



TUGAS AKHIR – TM141585

**Analisa Sistem Pengereman CBS (*Combi Brake System*) Pada Motor Honda Beat 110 eSP CBS ISS Dengan Kondisi Jalan Datar dan Menurun**

ALAN SURYAATMAJA  
NRP. 2110100006

Dosen Pembimbing:  
Prof. Ir. I NYOMAN SUTANTRA, M.Sc., Ph.D

JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2016



TUGAS AKHIR – TM141585

**Analysis Of CBS (Combi Brake System) Braking System  
On The Honda Beat 110 Esp CBS ISS With Flath And  
Declining Road Conditions**

ALAN SURYAATMAJA  
NRP. 2110100006

Advisor Lecturer:  
Prof. Ir. I NYOMAN SUTANTRA, M.Sc., Ph.D

JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2016

**ANALISA SISTEM Pengereman CBS (COMBI  
BRAKE SYSTEM) PADA MOTOR HONDA BEAT 110  
ESP CBS ISS DENGAN KONDISI JALAN DATAR  
DAN MENURUN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Desain  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ALAN SURYAATMAJA**  
NRP. 2110 100 006

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc.PhD  
(NIP. 195106051978031002) ..... (Pembimbing)
2. Dr.Eng Unggul Wasiwitono, ST, M.Eng.Sc  
(NIP. 197825102001121001) ..... (Penguji I)
3. Ir.Julendra Bambang Ariantedja, MT  
(NIP. 196807061999031004) ..... (Penguji II)
4. Ir. Yusuf Kaelani, MSc.E  
(NIP. 196511031990021001) ..... (Penguji III)

**SURABAYA**  
**Juli, 2016**

# **Analisa Sistem Pengereman COMBI BRAKE SYSTEM (CBS) Pada Honda Beat 110 eSP CBS ISS Dengan Kondisi jalan menurun dan belok**

**Nama Mahasiswa : Alan Suryaatmaja**

**NRP : 2110100006**

**Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS**

**Dosen Pembimbing: Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc.,  
Ph.D.**

## **ABSTRAK**

Seiring dengan teknologi yang semakin canggih membuat banyak perusahaan terus melakukan inovasi salah satunya adalah perusahaan yang bergerak di bidang otomotif. Setiap kendaraan dilengkapi dengan sistem pengereman masing-masing. Pengereman pada motor mempunyai fungsi memperlambat laju motor hingga motor berhenti. Dalam proses perlambatan laju motor dibutuhkan kestabilan, dimana salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kestabilan menggunakan sistem pengereman CBS, yakni sistem pengereman menggunakan tuas rem kiri dan kanan dihubungkan oleh kabel. Ketika tuas rem kiri ditekan, rem kanan akan ikut bekerja. Hal ini menyebabkan kendaraan menjadi lebih stabil saat dilakukan pengereman. Sistem pengereman ini dapat digunakan untuk memperpendek jarak pengereman dengan kontribusi kedua rem (rem depan dan belakang) didalamnya.

Dalam tugas akhir ini dilakukan analisa sistem pengereman antara rem depan dan belakang pada kendaraan Honda Beat 110 eSP CBS ISS dengan kondisi jalan menurun dan belok. Serta dilakukan analisa jarak pengereman dan kestabilan arah dari kendaraan tersebut. Analisa dilakukan dengan dua cara, secara perhitungan (teoritis) dan percobaan (actual). perhitungan teoritis disini adalah dibutuhkan oleh sistem, dimana seluruh elemen yang digunakan dianggap dalam keadaan berfungsi secara baik dan prima. Sedangkan yang dimaksud percobaan aktual adalah

diberikan oleh sistem, dimana keadaan elemen yang digunakan bisa saja tidak sama atau kurang sesuai dengan standarnya. Variasi percobaan dilakukan berdasarkan tingkat kecepatan dan keadaan jalan. Tingkat kecepatan yang digunakan dari kecepatan 10 km/h sampai dengan kecepatan 50 km/h dengan interval 10 km/h. sementara keadaan jalan datar, jalan menurun  $9^\circ$  dan jalanan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m.

Dari hasil yang didapat pada analisa distribusi pengereman pada jalanan menurun dan datar nilai Kbr yang diberikan sistem lebih kecil daripada yang dibutuhkan sistem maka kendaraan akan cenderung oversteer (skid pada ban belakang). Sementara pada analisa perbandingan jarak pengereman pada jalan menurun dan datar menunjukkan bahwa jarak pengereman dengan tuas rem kiri (CBS) lebih kecil dibandingkan jarak pengereman dengan tuas rem kanan (cakram). Maka untuk mendapatkan Kbr dan  $K_{bf}$  yang sesuai dengan kebutuhan sistem maka dilakukan pengereman dengan kedua tuas. Terakhir, pada analisa perbandingan kestabilan arah kendaraan saat rem pada jalanan menurun dan datar dibelokan fungsi kecepatan dan kondisi jalan didapatkan hasil yang hampir sama antara teoritis dan aktual, bahwa kendaraan akan mengalami skid belakang pada kecepatan 30 km/jam dan diatasnya.

**Kata kunci : Honda Beat 110 eSP CBS ISS, CBS (Combi Brake System), jarak pengereman, distribusi pengereman, stabilitas kendaraan.**

# **Analysis Of CBS (Combi Brake System) Braking System On The Honda Beat 110 Esp CBS ISS With Flath And Declining Road Conditions**

**Name** : Alan Suryaatmaja  
**NRP** : 2110100006  
**Major** : Teknik Mesin FTI-ITS  
**Adviser** : Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc.,  
Ph.D.

## **ABSTRACT**

The increasing of sophisticated technology makes many companies that have been engaged with technology are doing more innovation. One of those companies is a company that has been engaged in the automotive field. Each vehicle is equipped with a braking system respectively. Braking system on a motor has the function of slowing the pace of the motor until the motor stops. In the process of slowing down the pace, a motor needed a stability, where one of the efforts being made to improve the stability using CBS braking system, the braking system uses brake lever left and right both are connected by wires. When the left brake lever is pressed, the brake will be working right. This causes the vehicle to be more stable when does a brake. This braking system may be used to shorten braking distances, contributing both brakes (front and rear brakes) inside.

In this thesis, the researcher will be analyzed the braking system between the front and rear brakes on the vehicle Honda Beat 110 ESP CBS ISS on a road which has a declining conditions and sharp bends. As well as to analyze the braking distance and direction of the vehicle stability. The analysis was done in two ways, by the calculation (theoretical) and experimental (actual). The theoretical calculation here is required by the system, in which all elements are used and considered in a state of well functioning and vibrant. While the definition of an actual experiment is given

by the system, where the state of the elements that is used could not be equal or less in accordance with the standard. Variations experiments were conducted based on the level of speed and road conditions. A high rate of use of a speed of 10 km / h up to speeds of 50 km / h with an interval of 10 km / h. while the state of the flat, downhill road and street 9° is being deflected and decreased by 30.20 m turning radius.

From the results that will be obtained in the analysis of the distribution of braking system on the road with declining conditions and straight flat. The Kbr value has given a smaller system than the system needs. So that the vehicle will tend to oversteer (rear tire skid on). While the analysis of comparable braking distances on downhill and flat road shows that the braking distance with the left brake lever (CBS) is smaller than the distance braking with brake lever right (disc). So to get Kbr and KBF that suits our need. We need to do two levers braking system. Finally, on a comparative analysis of the stability of the direction of the vehicle when the brakes on the road in declining and straight flat conditions is being deflected. The function of the speed and road conditions obtained similar results between theoretical and actual, that the vehicle will experience a skid behind at a speed of 30 km / h and above.

**Keywords:** Honda Beat 110 ESP ISS CBS, CBS (Combi Brake System), braking distance, braking distribution, vehicle stability.

## DAFTAR ISI

COVER.....	i
ABSTRAK.....	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
1.5    Manfaat Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1    Dasar Teori.....	5
2.1.1  Sistem Pengereman.....	5
2.1.2  Analisa Pengereman.....	13
2.1.3  Penelitian terdahulu.....	29
BAB III METODOLOGI.....	33
3.1    Flowchart Penelitian.....	33
3.2    Peralatan yang Digunakan.....	35
3.3    Flowchart Percobaan.....	37
3.3.1  Flowchart Percobaan Pada Jalan Menurun.....	37
3.3.2  Flowchart Percobaan Pada Jalan Datar.....	40



3.3.4	Flowchart Percobaan Pada Jalan Menurun Dibelokkan .....	43
3.3.5	Flowchart Percobaan Pada Jalan Datar Dibelokkan.....	46
3.4	Flowchart Perhitungan yang dibutuhkan Oleh Sistem ...	49
3.5	Flowchart Perhitungan yang Diberikan Oleh Sistem .....	52
BAB IV .....		55
HASIL DAN PEMBAHASAN .....		55
4.1	Pelaksanaan Percobaan.....	55
4.1.1	Lokasi percobaan .....	55
4.1.2	Penimbangan massa .....	57
4.1.3	Pengukuran tekanan hidrolik cakram.....	58
4.1.4	Pengambilan data percobaan.....	59
4.1.5	Data percobaan .....	60
4.3	Analisa Data .....	65
4.3.1	Perhitungan CG ( <i>center of gravity</i> ) dengan 2 penumpang .....	65
4.3.2	Perhitungan distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem pada kondisi jalan menurun dan datar ....	66
4.3.3	Perhitungan distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem .....	67
4.3.4	Perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem pada kondisi jalan datar ...	69
4.3.5	Perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan kondisi jalan menurun.....	70
4.3.6	Perhitungan jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem.....	72

4.3.7 Perbandingan jarak pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem.....	73
4.3.8 Analisa kestabilan arah kendaraan saat pengereman dilakukan pada jalan dibelokan dengan radius belok 30,20 m.....	76
4.3.9 Analisa perbandingan kestabilan arah kendaraan saat pengereman dilakukan pada jalan menurun dan datar dibelokan dengan radius belok 30,20 m yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem .....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran .....	82
LAMPIRAN .....	87
Lampiran 1 : Data Perhitungan CG ( <i>center of gravity</i> ) .....	87
Lampiran 2 : Data Perhitungan Gaya dan Torsi Pengereman yang diberikan oleh sistem.....	88
Lampiran 3 : Data Perhitungan Distribusi Gaya Pengereman.....	89
Lampiran 4 : Data Perhitungan Jarak Pengereman Teoritis saat Kondisi Jalan Menurun 9° .....	91
Lampiran 5: Data Perhitungan Kestabilan Arah Kendaraan Saat Pengereman di Jalan Turun 9° dan Berbelok 30,20 m pada Berbagai Kecepatan .....	93

## DAFTAR GAMBAR

gambar 2. 1 komponen rem tromol <sup>[12]</sup> .....	5
gambar 2. 2 sebelum rem bekerja <sup>[12]</sup> .....	6
gambar 2. 3 setengah pengereman <sup>[12]</sup> .....	6
gambar 2. 4 rem bekerja penuh <sup>[12]</sup> .....	7
gambar 2. 5 pelepasan rem <sup>[12]</sup> .....	7
gambar 2. 6 komponen rem cakram <sup>[8]</sup> .....	8
gambar 2. 7 prinsip kerja rem cakram <sup>[16]</sup> .....	9
gambar 2. 8 skema proses pengereman cbs <sup>[10]</sup> .....	11
gambar 2. 9 (a) prinsip kerja cbs ketika tuas kiri ditarik, (b) prinsip kerja cbs ketika tuas rem kanan ditarik <sup>[6]</sup> .....	12
gambar 2. 10 ilustrasi perbandingan rem tunggal dengan kombinasi <sup>[6]</sup> .....	13
gambar 2. 11 penimbangan bidang datar .....	14
gambar 2. 12 distribusi gaya-gaya pada penimbangan bidang miring .....	15
gambar 2. 13 bagian-bagian rem cakram <sup>[7]</sup> .....	18
gambar 2. 14 gaya-gaya pada rem cakram <sup>[1]</sup> .....	18
gambar 2.15 <i>pressure gauge</i> modifikasi .....	20
gambar 2. 16 profil tuas rem kiri <sup>[14]</sup> .....	21
gambar 2. 17 gaya pada <i>drum</i> tromol <sup>[14]</sup> .....	21
gambar 2. 18 gaya - gaya saat kendaraan turun di rem .....	24
gambar 2. 19 gaya-gaya saat kendaraan belok <sup>[15]</sup> .....	28
 gambar 3. 1 flowchart penelitian.....	33
gambar 3. 2 flowchart percobaan jalan menurun .....	37
gambar 3. 3 flowchart percobaan jalan menurun (lanjutan)...	38
gambar 3. 4 flowchart percobaan pada jalan datar.....	40
gambar 3. 5 flowchart percobaan pada jalan datar (lanjutan)	41
gambar 3. 6 flowchart percobaan pada jalan menurun dibelokkan .....	43

gambar 3. 7 flowchart percobaan pada jalan menurun dibelokkan (lanjutan) .....	44
gambar 3. 8 flowchart percobaan pada jalan datar dibelokkan .....	46
gambar 3. 9 flowchart percobaan pada jalan datar dibelokkan (lanjutan).....	47
gambar 3. 10 flowchart perhitungan yang dibutuhkan oleh sistem.....	49
gambar 3. 11 flowchart perhitungan yang dibutuhkan oleh sistem.....	50
gambar 3. 12 flowchart perhitungan yang diberikan oleh sistem.....	52
gambar 3. 13 flowchart perhitungan yang diberikan oleh sistem (lanjutan) .....	53
 gambar 4. 1 lokasi yang digunakan untuk pengambilan data pada gambar (a) jalan lurus, (b) jalan lurus belok, (c) jalan turun dan (d) jalan turun belok .....	 55
gambar 4. 2 radius belok 10.16 pada gambar (a) jalan datar belok dan (b) jalan turun belok.....	56
gambar 4. 3 penimbangan massa dengan 2 penumpang.....	58
gambar 4. 4 pemasangan pressure gauge modifikasi pada rem cakram .....	59
gambar 4. 5 (a) pengambilan data pada (a) jalan lurus, (b) jalan lurus belok, (c) jalan turun dan (d) jalan turun belok .....	60
gambar 4. 6 grafik jarak pengereman yang diberikan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada (a) jalan datar dibelokkan 9° .....	63
gambar 4. 7 grafik jarak pengereman yang diberikan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada (a) jalan menurun dibelokkan 9° .....	63
gambar 4. 8 cg honda beat 110 esp cbs iss .....	66

gambar 4. 9 grafik jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada (a) jalan menurun $9^\circ$ .....	72
gambar 4. 10 grafik jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada jalan datar.....	73
gambar 4. 11 grafik perbandingan jarak pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada (a) jalan menurun $9^\circ$ .....	74
gambar 4. 12 grafik perbandingan jarak pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada jalan datar. ....	75

## DAFTAR TABEL

tabel 2.1 perbandingan antara rem cakram dan rem tromol <sup>[5]</sup>	10
tabel 2.2 koefisien hambat aerodinamis untuk kendaraan <sup>[8]</sup> ...	17
tabel 2.3 koefisien gesek berbagai bahan rem <sup>[11]</sup> .....	19
tabel 2.4 harga fr pada sepeda motor <sup>[11]</sup> .....	26
tabel 2.5 koefisien adhesi ban pada berbagai jenis jalan berdasarkan .....	27
tabel 2.6 harga rata-rata koefisien hambatan <i>rolling</i> untuk berbagai jenis ban dan kondisi jalan hasil studi j.j.taborek <sup>[8]</sup> .....	28
tabel 4.1 terjadinya skid pada pengereman jalan datar dibelokan dengan radius belok 30,20 m. ....	64
tabel 4.2 terjadinya skid pada pengereman jalan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m. ....	64
tabel 4.3 perhitungan $k_{bf}$ dan $k_{br}$ berdasarkan variasi kecepatan saat jalan menurun.....	67
tabel 4.4 perhitungan $k_{bf}$ dan $k_{br}$ berdasarkan variasi kecepatan saat jalan datar.....	67
tabel 4.5 hasil perhitungan gaya dan torsi pengereman pada rem cakram.....	68
tabel 4.6 hasil perhitungan gaya dan torsi pengereman pada rem tromol .....	68
tabel 4.7 perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem.....	69
tabel 4.8 gaya dan distribusi pengereman yang diberikan kedua tuas .....	70
tabel 4.9 perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem.....	71
tabel 4.10 gaya tangan dan distribusi pengereman yang diberikan kedua tuas.....	71

tabel 4.11 perhitungan $f_{gf}$ , $f_{gr}$ , $f_{cf}$ dan $f_{cr}$ berdasarkan variasi kecepatan pada jalan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m .....	76
tabel 4.12 perhitungan $f_{gf}$ , $f_{gr}$ , $f_{cf}$ dan $f_{cr}$ berdasarkan variasi kecepatan pada jalan datar dibelokan dengan radius belok 30,20 m .....	76
tabel 4.13 analisa skid depan dan skid belakang berdasarkan variasi kecepatan yang dibutuhkan oleh sistem saat pengereman dilakukan pada jalan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m .....	77
tabel 4.14 perbandingan analisa skid yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem berdasarkan variasi kecepatan saat pengereman dilakukan pada jalan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m .....	78

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan teknologi yang semakin canggih membuat banyak perusahaan terus melakukan inovasi salah satunya adalah perusahaan yang bergerak di bidang otomotif. Setiap kendaraan dilengkapi dengan sistem pengereman masing-masing. Fungsi pengereman pada motor bukan berarti menghentikan motor secara mendadak, melainkan untuk memperlambat laju dari motor secara bertahap. Dengan laju yang memperlambat membuat motor dapat berhenti.

Teknologi Combi Brake System merupakan sistem pengereman menghubungkan kedua rem pada motor yakni rem depan dan rem belakang. Ketika menekan tuas rem tangan maka rem depan maupun rem belakang akan berfungsi dan bekerja secara bersamaan dengan proporsi tertentu. Ketika tuas rem tangan sebelah kiri digunakan (untuk motor non kopling) maka gaya bekerja guna membagikan tenaga tekanan dari tuas rem tangan menjadi dua yakni menuju rem belakang sementara yang satu menuju tuas ungkit yang berguna menekan knocker. Knocker tersebut selanjutnya menekan piston hidrolis yang membuat rem cakram depan aktif. Pada proses ini pula sistem pengereman terbagi menjadi otomatis pada kedua rem yakni rem belakang dan depan. Dengan hadirnya teknologi ini maka pada saat melakukan pengereman dapat lebih seimbang dibandingkan dengan motor yang tidak menggunakan teknologi ini. Teknologi Combi Brake System (CBS) merupakan salah satu teknologi sistem pengereman yang saat ini banyak diaplikasi pada beberapa merk kendaraan. Salah satu produsen yang menggunakan teknologi tersebut adalah Honda. Honda menggunakan teknologi Combi Brake System pada tipe: Honda Vario Techno, Honda CBR 250R, Honda Beat 110 eSP CBS ISS, dan juga Honda Vario CW 110 FI.

Melihat kontur jalan yang tidak selalu datar, terdapat juga jalanan menurun yang tidak menutup kemungkinan bagi



pengendara untuk melakukan pengereman. Banyak kecelekaan yang terjadi karena kurang tepatnya waktu penarikan tuas rem di turunan. Dimana pada saat turunan penggunaan rem harusnya lebih dimaksimalkan pada rem belakang. Namun untuk mencapai jarak pengereman yang minimal diperlukan kombinasi antara penggunaan rem depan dan belakang. Hal ini berbanding lurus dengan tujuan dari penerapan sistem CBS. Oleh karena hal diatas, maka pada tugas akhir ini dilakukan analisa kestabilan kendaraan saat pengereman kendaraan roda dua dengan sistem CBS pada kendaraan Honda Beat 110 eSP CBS ISS. Sehingga bisa didapatkan distribusi pengereman yang stabil dan kenyamanan bagi pengendara, serta demi kemajuan teknologi otomotif Indonesia.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Melalui latar belakang masalah di atas, didapat jika system CBS masih dirasa kurang aman bagi pengendara awam.

1. Bagaimana perbandingan distribusi gaya rem yang dibutuhkan maupun diberikan oleh sistem saat jalan datar dan menurun pada sistem rem CBS ?
2. Bagaimana perbandingan jarak pengereman yang dibutuhkan maupun diberikan oleh sistem kendaraan saat jalan datar dan menurun dengan sistem rem CBS ?
3. Bagaimana stabilitas arah kendaraan jika diberi gaya rem saat jalan datar dan menurun dibelokan dengan sistem rem CBS ?
4. Bagaimana metoda operasi yang aman untuk sistem rem CBS?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar penulisan tugas akhir ini terarah, diberikan beberapa batasan masalah antara lain :

1. Kendaraan yang dianalisa adalah sepeda motor Honda Beat 110 eSP CBS ISS dengan variasi penumpang;  $mp1 = 65.5$ ;  $mp2 = 110$ .

2. Analisa jarak pengereman pada jalan datar dan menurun dilakukan pada variasi kecepatan 10, 20, 30, dan 40 km/jam.
3. Analisis distribusi gaya pengereman kendaraan dilakukan pada jalanan menurun dengan sudut  $9^\circ$  serta pada jalanan menurun di belokan dengan radius belok 30,20 m.
4. Defleksi pada ban diabaikan.
5. Efek gaya samping dan gaya angkat akibat angin diabaikan.
6. Kecepatan relatif angin terhadap kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan.
7. Stabilitas arah kendaraan yang dianalisa adalah understeer, oversteer dan skid.
8. Stabilitas arah kendaraan dilakukan pada jalan aspal kering.
9. Sudut camber yang muncul dalam kondisi belok diabaikan (kendaraan dianggap tidak miring saat belok).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui perbandingan distribusi gaya rem yang dibutuhkan maupun diberikan oleh sistem saat jalan datar dan menurun pada sistem rem CBS.
2. Untuk mengetahui perbandingan jarak pengereman yang dibutuhkan maupun diberikan oleh sistem kendaraan saat jalan datar dan menurun dengan sistem rem CBS.
3. Untuk mengetahui stabilitas arah kendaraan jika diberi gaya rem saat jalan datar dan menurun dibelokan dengan sistem rem CBS.
4. Untuk mengetahui metoda yang aman menggunakan sistem rem CBS.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Melalui rumusan masalah dan tujuan penelitian maka didapatkan manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Memberikan informasi berupa data pengereman pada sistem rem CBS saat jalan datar dan menurun dengan kondisi lurus

dan berbelok yang dapat dijadikan referensi dunia otomotif untuk membuat desain rem sepeda motor yang lebih baik.

2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai sistem pengereman CBS saat jalan datar dan menurun sehingga menjadikan hal ini salah satu pengetahuan dalam keamanan dan kenyamanan saat berkendara.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Dasar Teori

##### 2.1.1 Sistem Pengereman

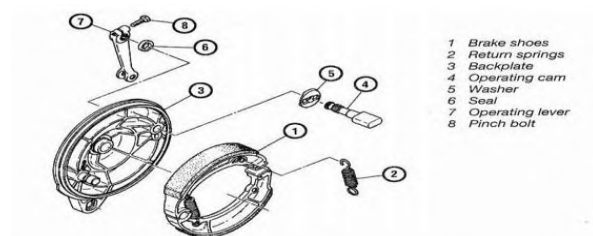
Sistem pengereman adalah alat yang digunakan untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan melalui gerakan roda, secara otomatis gerak kendaraan menjadi pelan. Sehingga Energi kinetik akan hilang dari benda yang bergerak ini diubah menjadi panas karena gesekan yang terjadi. Pada dasarnya Sistem pengereman sepeda motor yang digunakan sekarang ini antara lain :

- Sistem Pengereman Jenis Lock

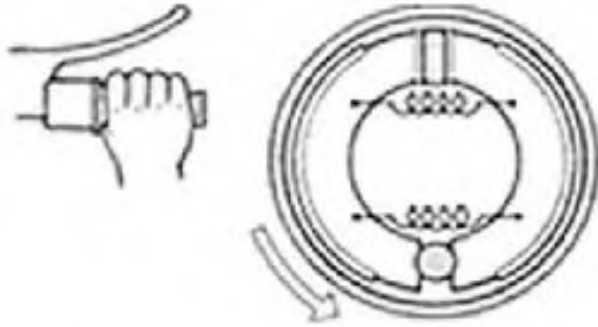
Yaitu system rem yang untuk menghentikan kendaraan dilakukan dengan cara membuat roda berhenti berputar (*lock*). Gaya gesek antara ban yang *lock* dengan jalan dimanfaatkan untuk mengurangi kecepatan dari kendaraan. Sistem pengereman jenis *lock* ini ada 2 antara lain :

- Rem tromol

Rem tromol pada sepeda motor digunakan di rem belakang. Komponen rem tromol ditunjukkan pada gambar 2.1 dimana komponen rem tromol antara lain sepatu rem (*brake shoe*), tromol (*drum*), pegas pengembali (*return springs*), tuas penggerak (*lever*), dudukan rem tromol (*backplate*), dan *cam*. Di bawah ini adalah gambar tentang cara kerja rem tromol:

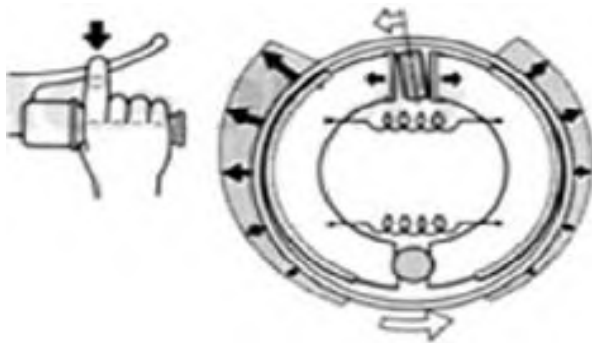


Gambar 2. 1 Komponen rem tromol<sup>[12]</sup>



Gambar 2. 2 Sebelum rem bekerja<sup>[12]</sup>

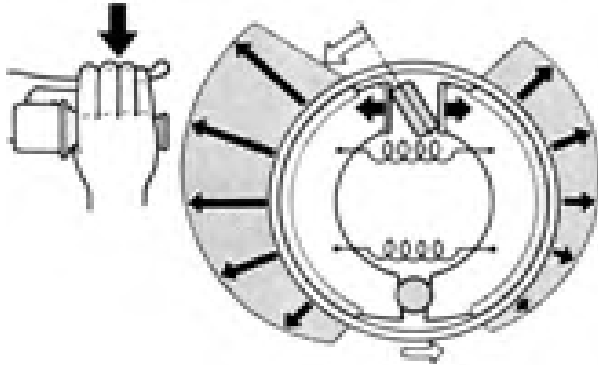
Gambar 2.2 adalah pada saat tuas rem belum di tarik / di injak maka rem belum bekerja. Di antara tromol dan kanvas rem masih ada celah dan tidak bersinggungan. Per pengembali kanvas masih belum meregang.



Gambar 2. 3 Setengah pengereman<sup>[12]</sup>

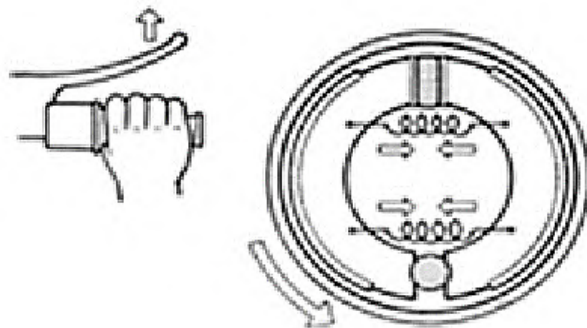
Gambar 2.3 adalah apabila tuas rem ditarik setengah maka akan mulai terjadi pergerakan pada komponen rem. Cam akan bergerak memutar dan kanvas akan bergerak keluar

sehingga akan mulai bergesekan dengan drum/ tromol. Terjadilah gesekan kecil dan rem bekerja sedikit.



Gambar 2. 4 Rem bekerja penuh<sup>[12]</sup>

Gambar 2.4 adalah pada saat rem tuas rem di tarik penuh maka akan terjadi gesekan yang kuat antara tromol dan kanvas rem. Cam memutar maksimal dan penekanan pada kanvas rem dengan tromol kuat sehingga dengan adanya gaya gesekan yang kuat akan mampu menghentikan putaran tromol. Per pengembali juga meregang maksimal.

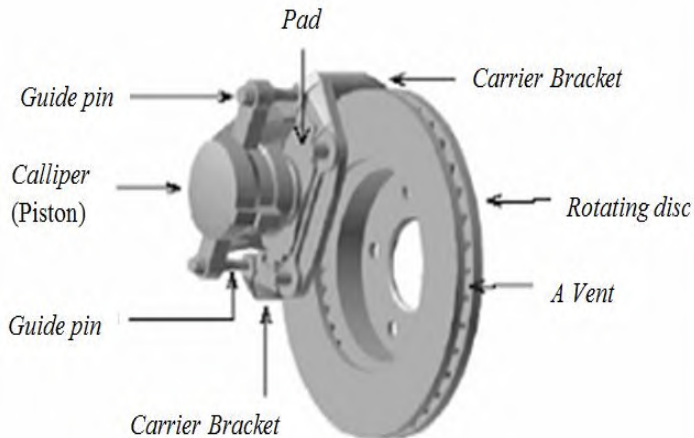


Gambar 2. 5 Pelepasan rem<sup>[12]</sup>

Gambar 2.5 adalah Saat pelepasan rem adalah dimana tuas dilepas dan kembali pada posisi semula. Per pengembali kanvas bekerja untuk mengembalikan kedudukan kanvas seperti pada saat belum bekerja. Gesekan antara kanvas dan tromol tidak ada.

- Rem Cakram

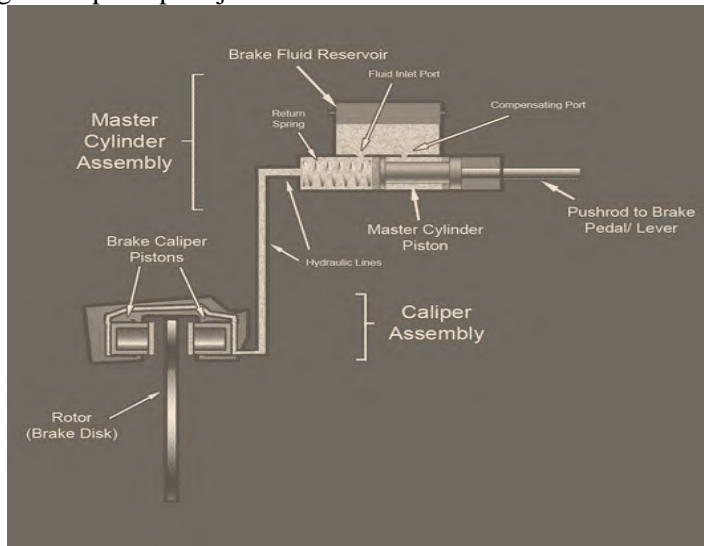
Rem cakram (disc brake) pada dasarnya terdiri atas cakram yang dapat berputar bersama-sama roda dan pad (bahan gesek) yang dapat menjepit cakram. Pengereman terjadi karena adanya gaya gesek dari pad-pad pada kedua sisi dari cakram dengan adanya tekanan dari piston-piston hidrolik. Bagian-bagian pada rem cakram dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. 6 Komponen rem cakram<sup>[8]</sup>

Gambar 2.6 adalah gambar komponen rem cakram dimana komponennya antara lain *pad*, *bolt*, *calliper/piston*,

*carrier bracket*, *rotating disc* dan *a vent*. Di bawah ini adalah gambar prinsip kerja rem cakram:



Gambar 2. 7 Prinsip kerja rem cakram<sup>[16]</sup>

Gambar 2.7 adalah gambar tentang prinsip kerja rem cakram. Prinsip kerja rem jenis cakram adalah saat tuas rem ditekan maka komponen pada master *cylinder* akan menekan cairan fluida/minyak rem ke *calliper* dan mendorong piston yang akan mengakibatkan *pad* menekan rotor (*disc brake*), untuk terjadi proses pengereman tersebut bergantung juga terhadap gaya tekan yang diberikan pengendara untuk menarik tuas rem, semakin besar gaya tarik tuas rem maka gaya pengereman akan besar.

- Perbandingan rem cakram dan rem tromol

Pada dasarnya setiap jenis rem memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Dan perkembangan akan selalu ada pada setiap penyempurnaan. Dari segala



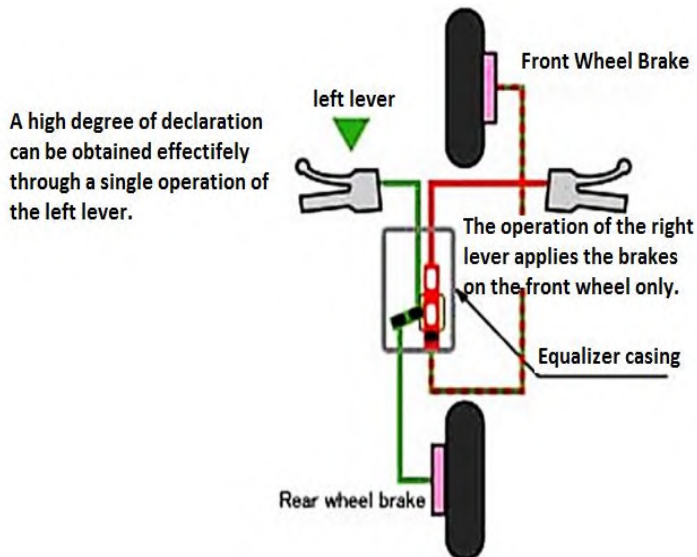
penyempurnaan yang telah dilakukan, pada tabel 2.1 adalah beberapa perbandingan antara rem cakram dan rem tromol.

Tabel 2.1 Perbandingan antara rem cakram dan rem tromol<sup>[9]</sup>

<b>Rem Cakram (<i>Disk Brake</i>)</b>	<b>Rem Tromol (<i>Drum Brake</i>)</b>
Tidak perlu menarik tuas rem terlalu keras karena dibantu oleh fluida (hidrolis) untuk menggerakkan piston yang mendorong kampas rem.	Lebih berat karena murni tenaga manual untuk menarik tuas rem.
Kampas tidak cepat panas (memiliki pelepasan panas yang lebih baik)	Lebih cepat panas (minim pembuangan panas)
Hasil pengereman dapat mencapai 100% (karena menggunakan prinsip “menjepit”)	Daya pengereman maksimal hanya sekitar 70% (karena kampas rem tidak seluruhnya menempel pada tromol roda)
Daya pengereman lebih bergantung kepada lebar cakram dan kekuatan piston	Rem tidak pakem saat banjir (karena perangkat rem dipenuhi air) dan memiliki permukaan gesek yang lebih lebar dengan kinerja pengereman yang lebih lembut
Konstruksinya dan sistem pengeremannya terbuka (kaliper berpotensi ditumpuki kotoran yang mengeras dan dapat merusak cakram)	Konstruksi tertutup (kampas tidak gampang rusak terkena kotoran dari luar)

### 2.1.1.1 Sistem Pengereman Combi Brake Sytem

*Combi Brake Sytem* adalah sistem pengereman yang mengkombinasikan antara rem depan dan belakang. Gambar 2.8 menunjukkan skema proses pengereman CBS, Pada tuas kiri rem akan bekerja secara bersamaan pada roda depan dan belakang melalui *equilizer*. Tujuan CBS adalah untuk meningkatkan perlambatan diperoleh dari tuas rem kiri yang sebelumnya relatif lebih rendah selama penerapan rem roda belakang. Untuk mencapai tujuan tersebut, dimungkinkan untuk menerapkan rem secara bersamaan pada roda depan dan belakang dengan pengoperasian tuas rem kiri.

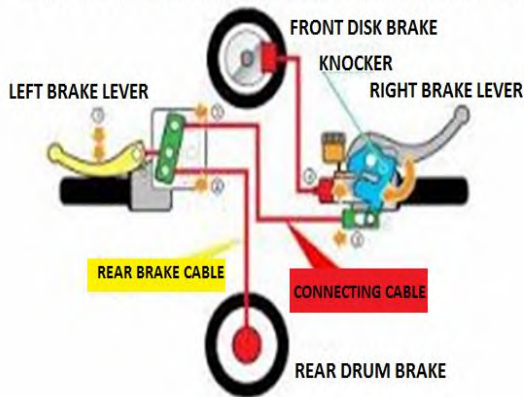


Gambar 2. 8 Skema proses pengereman CBS<sup>[10]</sup>

Prinsip kerja dari CBS yaitu pada saat *Lever L* sedikit ditekan maka *equalizer* akan mulai menarik kabel *rear brake*(*rear brake on*). Jika *lever left* ditekan hingga maksimal,

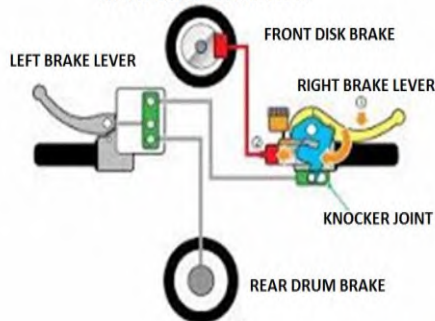
maka *equalizer* akan menarik kabel *front brake* dan *rear brake* secara bersamaan dengan porsi pengereman yang lebih besar pada *rear brake*. Sedangkan, saat *lever right* ditekan maka yang terjadi pengereman depan saja (*front brake only*) dan *CBS part* tidak berfungsi. Di bawah ini adalah gambar tentang prinsip kerja CBS:

#### LEFT LEVER OPERATION (COMBI BRAKE OPERATION)



(a)

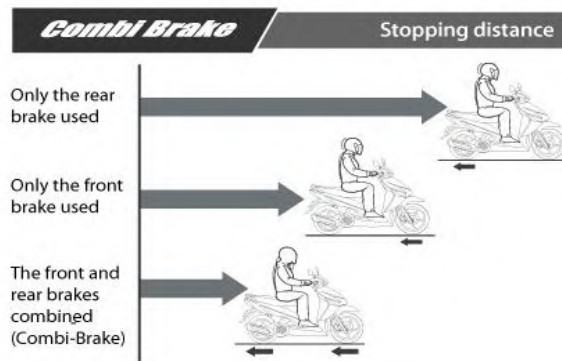
#### RIGHT LEVER OPERATION



(b)

Gambar 2. 9 (a) Prinsip kerja CBS ketika tuas kiri ditarik, (b) Prinsip kerja CBS ketika tuas rem kanan ditarik<sup>[6]</sup>

Dapat dilihat pada gambar 2.10 bahwa pengaplikasian sistem rem CBS akan menghasikan jarak pengereman yang paling pendek diantara pengaplikasian rem depan saja maupun rem belakang saja. Karena pada Combined Brake System, sistem pengereman didesain untuk mengkombinasikan antara rem depan dan rem belakang sedemikian rupa agar dapat bekerja secara bersama dengan menggunakan satu tuas rem saja. Sistem kerjanya seperti diskemakan pada gambar 2.9.



Gambar 2. 10 Ilustrasi perbandingan rem tunggal dengan kombinasi<sup>[6]</sup>

## 2.1.2 Analisa Pengereman

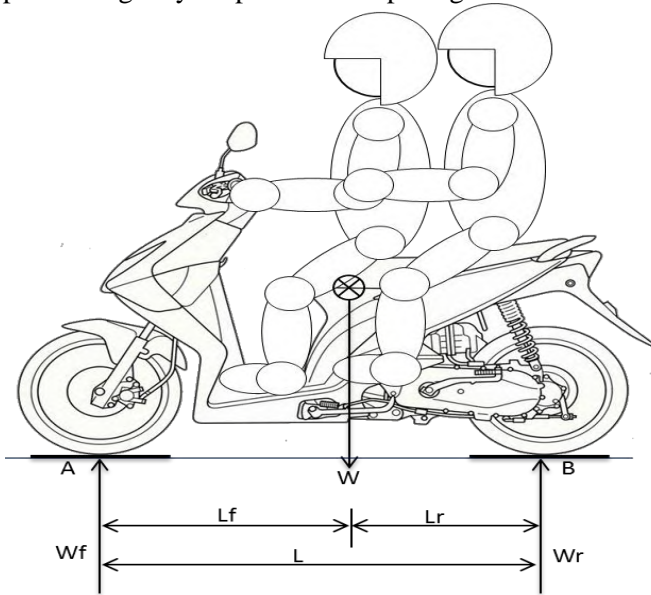
### 2.1.2.1 Cara Mencari CG (*Center of Gravity*)

Sebelum jauh melakukan percobaan dan perhitungan secara menyeluruh, perlu diketahui tentang posisi *center of gravity* kendaraan untuk lebih memudahkan dalam perhitungan. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Mencari  $l_f$  dan  $l_r$

Untuk menghitung nilai  $L_f$  dan  $L_r$  kendaraan, perlu dilakukan penimbangan massa kendaraan dengan cara

menaruh timbangan badan digital tepat dibawah roda depan dan roda belakang kendaraan. Dalam hal ini penimbangan harus tepat dalam kondisi horisontal. Contoh penimbangannya seperti terlihat pada gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Penimbangan bidang datar

Pada penimbangan ini akan didapatkan nilai  $W_f$  dan  $W_r$  yaitu distribusi berat di bagian depan dan belakang kendaraan dengan menggunakan rumus (2.1) dan (2.2).

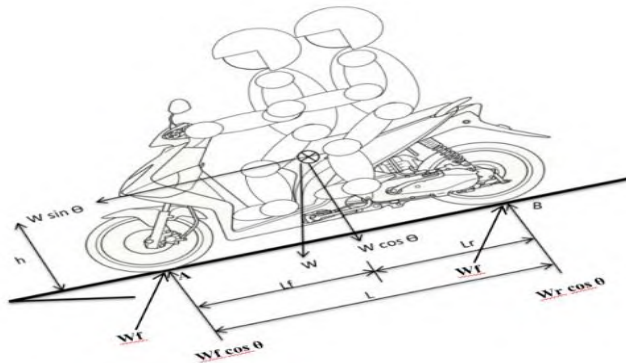
- Apabila tumpuan di roda depan (titik A) :
 
$$\begin{aligned}
 \sum M_A &= 0 \\
 W.L_f - W_r.L &= 0 \\
 L_f &= \frac{W_r.L}{W}
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$
- Apabila tumpuan di roda belakang (titik B) :

$$\begin{aligned}
 \sum M_B &= 0 \\
 -W \cdot L_r + W_f \cdot L &= 0 \\
 L_r &= \frac{W_f \cdot L}{W}
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

Dimana,  $L_f$  adalah jarak CG sampai tumpuan roda depan (m),  $L_r$  adalah jarak CG sampai tumpuan roda belakang (m),  $L$  adalah jarak dari poros roda depan dan belakang (m),  $W_f$  adalah Berat kendaraan bagian depan + penumpang (kg),  $W_r$  adalah Berat kendaraan bagian belakang + penumpang (kg), dan  $W$  adalah Berat total kendaraan + penumpang (kg)

## 2. Menghitung nilai h

Untuk mencari nilai  $h$  dalam penentuan CG kendaraan, diperlukan penimbangan kendaraan pada kondisi jalan yang memiliki sudut tanjakan  $8^\circ$ - $15^\circ$ . Proses penimbangan masih sama dengan sebelumnya, yaitu timbangan badan digital diletakkan di bawah tumpuan roda depan dan belakang. Contoh penimbangannya seperti terlihat pada gambar 2.12



Gambar 2. 12 Distribusi gaya-gaya pada penimbangan bidang miring

Untuk mencari nilai  $h$  dalam penentuan CG diperlukan penimbangan kendaraan pada kondisi jalan yang memiliki sudut tanjakan  $8^\circ$ - $15^\circ$ . Proses penimbangan sama dengan sebelumnya, yaitu dengan timbangan diletakkan di bawah salah satu roda. Dalam penimbangan kali ini, timbangan diletakkan di bawah roda depan, nilai  $h$  bisa didapat dengan menggunakan rumus (2.3). Dimana,  $h$  adalah tinggi pusat CG dengan tanah (m), dan  $\theta$  adalah sudut tanjakan ( $^\circ$ )

- Apabila tumpuan di roda depan (titik A) :
 
$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ 0 &= W \cdot \cos \theta \cdot L_f - W_r \cdot \cos \theta \cdot L - W \cdot \sin \theta \cdot h \\ W \cdot \sin \theta \cdot h &= W \cdot \cos \theta \cdot L_f - W_r \cdot \cos \theta \cdot L \\ h &= \frac{(W \cdot \cos \theta \cdot L_f) - (W_r \cdot \cos \theta \cdot L)}{W \cdot \sin \theta} \end{aligned} \quad (2.3)$$

### 2.1.2.2 Jarak Pengereman

Kinerja dari sistem pengereman sebuah kendaraan dapat dinilai melalui sebuah parameter, yang salah satunya yaitu jarak pengereman. Semakin kecil jarak pengereman suatu kendaraan yang berjalan dari kecepatan tertentu sampai kendaraan tersebut berhenti maka semakin baik pula kinerja sistem pengereman dari kendaraan tersebut. Jika efisiensi pengereman  $< 100\%$  maka jarak pengereman akan lebih besar daripada jarak pengereman minimum kendaraan. Dalam kondisi ini jarak pengereman sebuah kendaraan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.4) dan (2.5).

Pada jalan menurun :

$$S = \frac{W \cdot \gamma_m}{2g \cdot C_{ae}} \ln \left[ 1 + \frac{C_{ae} \cdot V^2}{\mu_s \cdot W + \mu \cdot W \cdot \cos \theta + f_{rkendaraan} \cdot W \cdot \cos \theta - W \cdot \sin \theta} \right] \quad (2.4)$$

Pada jalan datar :

$$S = \frac{\gamma_m \cdot W}{2 \cdot g \cdot C_{ae}} \cdot \ln \left( 1 + \frac{C_{ae} \cdot V^2}{\mu_s \cdot W + f_{r \text{ kendaraan}} \cdot W} \right) \quad (2.5)$$

Dimana, S adalah jarak pengereman (m),  $\gamma_m$  adalah faktor equivalen massa ( $\gamma_m = 1,04$ ; untuk kendaraan konvensional), g adalah percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ),  $C_{ae}$  adalah  $\rho/2 \cdot C_d \cdot A_f$ , V adalah kecepatan awal kendaraan ( $m/s$ ),  $\mu_s$  adalah koefisien adhesi roda *lock*,  $f_{r \text{ kendaraan}}$  adalah nilai rata-rata koefisien hambatan *rolling*, dan Koefisien hambat aerodinamis kendaraan ( $C_d$ ) memiliki nilai yang bergantung dari jenis kendaraan. Dimana semakin besar nilai koefisien ini maka semakin besar pula nilai hambatan aerodinamisnya. Pada tabel 2.2 adalah nilai  $C_d$  dari beberapa jenis kendaraan.

Koefisien hambat aerodinamis kendaraan ( $C_d$ ) memiliki nilai yang bergantung dari jenis kendaraan. Dimana semakin besar nilai koefisien ini maka semakin besar pula nilai hambatan aerodinamisnya. Pada tabel 2.2 adalah nilai  $C_d$  dari beberapa jenis kendaraan.

Tabel 2.2 Koefisien hambat aerodinamis untuk kendaraan<sup>[15]</sup>

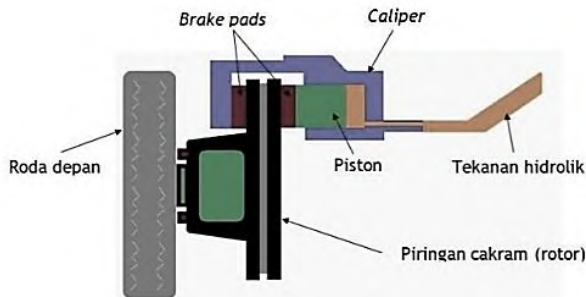
No	jenis kendaraan	koefisien hambat
1	kendaraan penumpang	0,3 - 0,6
2	kendaraan convertible	0,4 - 0,65
3	kendaraan balap	0,25 - 0,3
4	Bus	0,6 - 0,7
5	Truck	0,8 – 1
6	tractor – trailer	0,8 - 1,3
7	sepeda motor + pengendara	1,8



### 2.1.2.3 Cara analisa gaya pengereman

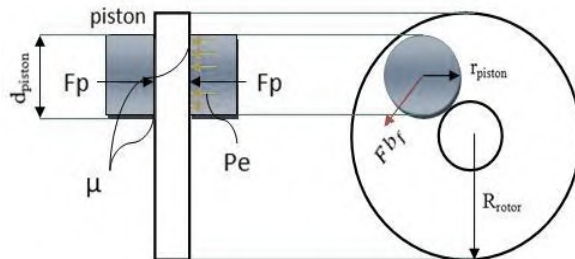
- Rem cakram

Gaya pengereman pada rem tipe *disk brake* adalah gaya yang diberikan oleh *brake pads* terhadap piringan cakram (rotor). Gaya tersebut merupakan terusan dari bagian *disk brake* lainnya. Bagian-bagian *disk brake* tersebut dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Bagian-bagian rem cakram<sup>[7]</sup>

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa piston mendapat tekanan hidrolik dari *master cylinder* akan menekan piston dan *brake pads* sampai terjadi gesekan dengan rotor. Gesekan inilah yang dapat memperlambat putaran roda dan mengakibatkannya berhenti berputar. Gaya-gaya yang terjadi pada *disk brake* dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Gaya-gaya pada rem cakram<sup>[1]</sup>

Gaya piston yang menekan pada *brake pads* dapat dituliskan pada berikut:

$$F_p = P_e \cdot 0,25 \cdot \pi (d_{piston})^2 \quad (2.6)$$

Dimana,  $F_p$  adalah gaya piston yang menekan pada rem (N),  $P_e$  adalah tekanan hidrolik cakram (N/m<sup>2</sup>), dan  $d_{piston}$  adalah diameter piston *caliper* (m). Sedangkan gaya gesek yang terjadi pada piringan cakram dapat dirumuskan menjadi:

$$F_{bf} = 2 \cdot \mu_{cakram} \cdot F_p \quad (2.7)$$

Dimana,  $F_{bf}$  adalah gaya gesek pengereman rem cakram (N) dan  $\mu_{cakram}$  adalah koefisien gesek pada piringan cakram. Untuk efisiensi pengereman akan tergantung dari bahan *brake pads* yang berbeda-beda. Semakin tinggi nilai efisiensi pengereman akan membutuhkan gaya gesek yang besar. Perbedaan bahan itulah yang menyebabkannya memiliki nilai koefisien yang berbeda-beda pula. Dimana nilai koefisien gesek dari *brake pads* dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Koefisien gesek berbagai bahan rem<sup>[15]</sup>

No	Bahan gesek	Koefisien Gesek ( $\mu$ )
1	Besi cor	0,08-0,12
2	Perunggu	0,10-0,20
3	Kayu	0,10-0,35
4	Tenunan	0,35-0,60
5	Cetakan/Pasta	0,30-0,60
6	Paduan Sinter	0,20-0,50

Torsi pengereman rem cakram dapat diperoleh menggunakan rumus berikut :

$$T_{bf} = F_{bf} \cdot (R_{rotor} - r_{piston}) \quad (2.8)$$

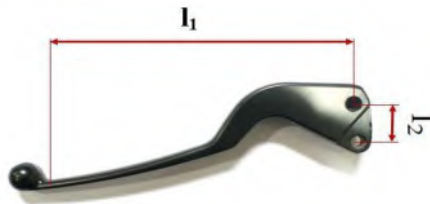
Dimana,  $T_{bf}$  adalah torsi pengereman rem cakram (Nm),  $F_{bf}$  adalah gaya gesek pengereman rem cakram (N),  $R_{rotor}$  adalah jari-jari efektif rotor / piringan cakram (m),  $r_{piston}$  adalah jari-jari piston (m), dan Untuk mendapatkan tekanan hidrolik dari *master cylinder* yang menekan piston, dapat digunakan *pressure gauge* yang telah dimodifikasi memiliki sambungan. Contoh *pressure gauge* modifikasi itu seperti ditunjukkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 *Pressure gauge* modifikasi

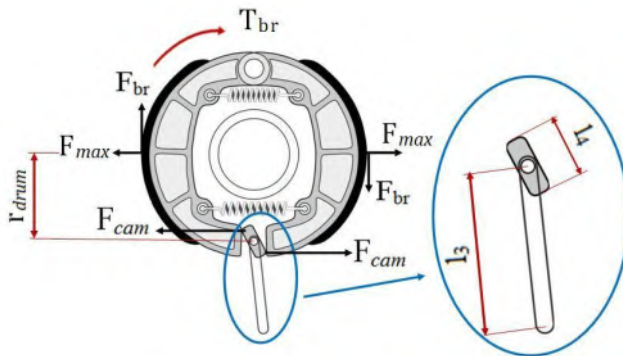
- Rem tromol

Sementara gaya pengereman pada rem tromol adalah gaya yang diberikan oleh tarikan tangan pengemudi pada tuas rem untuk menggerakkan kampas rem tromol melalui kabel. Pada gambar 2.16 dapat dilihat bahwa gaya yang diberikan oleh tarikan tangan pengemudi pada tuas rem didistribusikan kepada tuas rem yang memiliki nilai  $l_1$  dan  $l_2$ , yakni panjang tuas rem kiri dan jarak antara pivot tuas rem ke lubang tempat dipasangnya kabel rem.



Gambar 2. 16 Profil tuas rem kiri<sup>[14]</sup>

Selanjutnya distribusi gaya akan dilanjutkan ke *drum* tromol melalui tuas penyambung antara kabel rem dengan *cam* yang memiliki panjang,  $l_3$ , dan diteruskan kembali oleh *cam* tromol yang memiliki panjang  $l_4$ , seperti dijelaskan pada gambar 2.17. Gaya yang diterima oleh *cam* tromol ( $F_{cam}$ ) akan tepusat ditengah *drum* tromol ( $F_{max}$ ) dan masih akan diteruskan melalui kampas rem sehingga dapat bergesekan dengan drum tromol. Gaya gesek ( $F_{br}$ ) akan terjadi di tengah *drum* tromol sehingga gaya-gayanya dapat dijelaskan seperti terlihat pada gambar 2.17.

Gambar 2. 17 Gaya pada *drum* tromol<sup>[14]</sup>

Sehingga gaya yang diterima oleh *cam* tromol ( $F_{cam}$ ) dapat dihitung dengan rumus (2.9).

$$F_{cam} = F_{tangan} \cdot \left(\frac{l_1}{l_2}\right) \cdot \left(\frac{l_3}{l_4}\right) \quad (2.9)$$

Dimana,  $F_{cam}$  adalah Gaya yang diterima *cam* tromol (N),  $F_{tangan}$  adalah Gaya tarik tuas tangan pengemudi (N),  $\left(\frac{l_1}{l_2}\right)$  adalah Perbesaran gaya akibat adanya panjang dan lebar tuas

rem, dan  $\left(\frac{l_3}{l_4}\right)$  adalah Perbesaran gaya akibat adanya tuas drum tromol dan *cam* tromol Gaya yang tepusat ditengah *drum* tromol ( $F_{max}$ ) dapat dihitung dengan rumus (2.10).

$$F_{max} = 2 \cdot F_{cam} \quad (2.10)$$

dimana :

$F_{max}$  = Gaya yang tepusat ditengah *drum* tromol (N)

Sehingga gaya gesek antara kampas dengan *drum* tromol ( $F_{br}$ ) dapat dihitung dengan rumus (2.13).

$$\begin{aligned} F_{br} &= F_{max} \cdot \mu_{tromol} \\ F_{br} &= 2 \cdot F_{cam} \cdot \mu_{tromol} \end{aligned} \quad (2.11)$$

dimana :

$F_{br}$  = Gaya gesek antara kampas dengan *drum* tromol (N)

$\mu_{tromol}$  = koefisien gesek tromol rem

Karena  $F_{cam}$  bergerak ke kanan dan kiri maka  $F_{max}$  yang dihasilkan juga berjumlah 2. Oleh karena itu nilai  $F_{br}$  nantinya akan dikalikan 2. Akhirnya dengan menggunakan rumus (2.14), perhitungan torsi pengereman rem tromol ( $T_{br}$ ) dapat dilakukan.

$$T_{br} = r_{drum} \cdot F_{br} \quad (2.12)$$

dimana :  $T_{br}$  = Torsi pengereman rem tromol (Nm)

$r_{drum}$  = jari-jari *drum* tromol (m)

#### 2.1.2.4 Cara menghitung $K_{br}$ Dan $K_{br}$ yang diberikan system

Proporsi pengereman berdasarkan dimensi dari piranti pengereman dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Proporsi gaya rem depan

$$K_{bf} = \frac{T_{bf}}{T_{bf} + T_{br}} \quad (2.13)$$

- Proporsi gaya rem belakang

$$K_{br} = \frac{T_{br}}{T_{br} + T_{bf}} \quad (2.14)$$

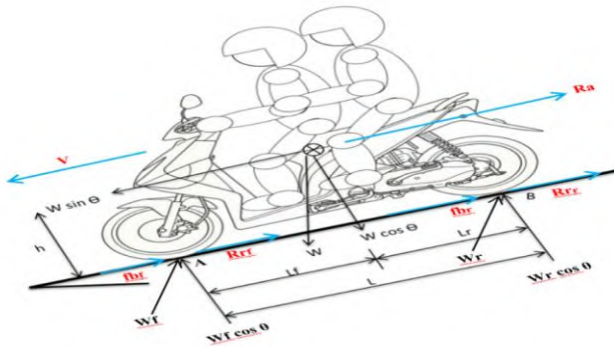
Dan dari keduanya harus memenuhi persamaan :

$$K_{bf} + K_{br} = 1 \quad (2.15)$$

Dimana,  $K_{bf}$  adalah proporsi gaya rem depan,  $K_{br}$  adalah proporsi gaya rem belakang,  $T_{bf}$  adalah torsi pengereman rem depan (cakram), dan  $T_{br}$  adalah torsi pengereman rem belakang (tromol).

#### 2.1.2.5 Distribusi pengereman yang dibutuhkan sistem

Distribusi gaya pengereman antara roda depan dan belakang dapat diketahui dengan menghitung proporsi pengereman antara roda depan dan roda belakang. Proporsi pengereman dapat dirumuskan melalui perbandingan berat kendaraan. Dimana gaya-gaya yang terjadi saat pengereman dilakukan di jalan menurun seperti terlihat pada gambar 2.18. Dengan,  $R_r$  adalah gaya hambatan *rolling* pada roda (N) dan  $R_a$  adalah hambatan aerodinamik (N).



Gambar 2. 18 Gaya - gaya saat kendaraan turun di rem

Gambar 2.18 Gaya - gaya saat kendaraan turun di rem.  
Analisa gayanya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sum F &= 0 \\ \sum F_x &= F_{bf} + F_{br} + R_{rf} + R_{rr} + W_f \cdot \sin \theta + W_r \cdot \sin \theta \\ &\quad + R_a - W \cdot \sin \theta - m \cdot a = 0 \\ 0 &= F_b + R_r + R_a - m \cdot a \\ F_b + R_r &= R_a - m \cdot a\end{aligned}$$

Untuk tumpuan di roda belakang (titik B) :

$$\begin{aligned}\sum M_B &= 0 \\ W_f \cdot \cos \theta \cdot L &= W \cdot \cos \theta \cdot L_r + W \cdot \sin \theta \cdot h + m \cdot a \cdot h \\ &\quad - R_a \cdot h \\ W_f &= \frac{1}{L} \left[ W \cdot L_r + \frac{h}{\cos \theta} (W \cdot \sin \theta + m \cdot a - R_a) \right] \\ W_f &= \frac{1}{L} \left[ W \cdot L_r + \frac{h}{\cos \theta} (W \cdot \sin \theta + F_b + R_r) \right] \\ W_f &= \frac{1}{L} \left[ W \cdot L_r + \frac{h}{\cos \theta} (W \cdot \sin \theta + \mu \cdot W + f_r \cdot W) \right] \\ W_f &= \frac{1}{L} \left[ L_r + \frac{h}{\cos \theta} (\sin \theta + \mu + f_r) \right]\end{aligned}$$

Untuk tumpuan di roda depan (titik A) :

$$\begin{aligned}\sum M_A &= 0 \\ W_r \cdot \cos \theta \cdot L &= W \cdot \cos \theta \cdot L_f + W \cdot \sin \theta \cdot h + m \cdot a \cdot h \\ &\quad - Ra \cdot h \\ W_r &= \frac{1}{L} \left[ W \cdot L_f - \frac{h}{\cos \theta} (W \cdot \sin \theta + m \cdot a - Ra) \right] \\ W_r &= \frac{1}{L} \left[ W \cdot L_f - \frac{h}{\cos \theta} (W \cdot \sin \theta + Fb + Rr) \right] \\ W_r &= \frac{1}{L} \left[ W \cdot L_f - \frac{h}{\cos \theta} (W \cdot \sin \theta + \mu \cdot W + fr \cdot W) \right] \\ W_r &= \frac{1}{L} \left[ L_f - \frac{h}{\cos \theta} (\sin \theta + \mu + fr) \right]\end{aligned}$$

Jadi, proporsi gaya pengereman dapat dituliskan dalam rumus (2.16) dan (2.17).

➤ Proporsi gaya rem depan

$$K_{bf} = \frac{W_f}{W} \quad (2.16)$$

Dimana :

○ Pada jalan menurun :

$$W_f = \frac{W}{L} \left( L_r + \frac{h}{\cos \theta} (\sin \theta + \pi_{aspal} + fr_{kendaraan}) \right)$$

○ Pada jalan datar :

$$W_f = \frac{W}{L} (L_r + h(\mu_s + fr_{kendaraan}))$$

➤ Proporsi gaya rem belakang

$$K_{br} = \frac{W_r}{W} \quad (2.17)$$



Dimana :

- Pada jalan menurun :

$$W_r = \frac{W}{L} \left( L_f - \frac{h}{\cos \theta} (\sin \theta + \pi_{aspal} + f_{r_{kendaraan}}) \right)$$

- Pada jalan datar :

$$W_r = \frac{W}{L} (L_f - h(\mu_s + f_{r_{kendaraan}}))$$

Tabel 2.4 Harga  $f_r$  pada sepeda motor<sup>[5]</sup>

V(km/jam)	$F_r$	V(km/jam)	$F_r$
10	0,0175	60	0,01845
20	0,017625	70	0,018675
30	0,0178	80	0,018925
40	0,018	90	0,0192
50	0,0182	100	0,019625

### 2.1.2.6 Perilaku kestabilan arah kendaraan pada saat pengereman

Perilaku sebuah kendaraan pada saat pengereman dapat diketahui dengan cara mencari perlambatan yang terjadi pada saat roda depan dan roda belakang lock. Perlambatan roda depan dan roda belakang lock tersebut dapat dihitung dengan mengabaikan nilai  $R_a$  karena kecepatan yang digunakan menimbulkan nilai  $R_a$  yang kecil, sehingga nilai  $R_a$  dapat diabaikan. Analisa gayanya menjadi :

$$\begin{aligned} \sum F_x &= F_{bf} + F_{br} + R_{rf} + R_{rr} - W \cdot \sin \theta - m \cdot a = 0 \\ 0 &= F_b + R_r - W \cdot \sin \theta - m \cdot a \end{aligned}$$

$$F_b = m \cdot a - R_r + W \cdot \sin \theta$$

$$F_b = \frac{W}{g} \cdot a - f_r \cdot W + W \cdot \sin \theta$$

$$F_b = W \left( \frac{a}{g} - f_r + \sin \theta \right)$$

dimana :

- Gaya rem yang diberikan oleh sistem adalah :  
 $F_{bf} = K_{bf} \cdot F_b$   
 $F_{br} = K_{br} \cdot F_b$
- Gaya rem yang dibutuhkan oleh sistem adalah :  
 $F_{bf} = \mu \cdot W_f$   
 $F_{br} = \mu \cdot W_r$
- Kondisi ideal adalah kondisi dimana :  
 gaya rem = gaya rem  
 diberikan sistem dibutuhkan sistem  
 $K_{bf} \cdot F_b = \mu \cdot W_f$ , lock depan  
 $K_{br} \cdot F_b = \mu \cdot W_r$ , lock belakang

Tabel 2.5 Koefisien adhesi ban pada berbagai jenis jalan  
berdasarkan hasil studi J.J. Taborek<sup>[15]</sup>

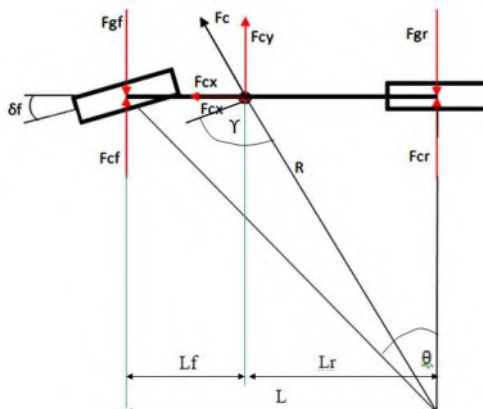
No	Permukaan Jalan	Koefisien Adhesi tertinggi $\mu_p$	Koefisien adhesi roda lock $\mu_s$
1	Aspal dan beton (kering)	0,85	0,75
2	Aspal (basah )	0,6	0,58
3	beton (basah )	0,8	0,7
4	Gravel	0,6	0,55
5	jalan tanah (kering)	0,68	0,65
6	jalan tanah (basah)	0,55	0,45

Tabel 2.6 Harga rata-rata koefisien hambatan *rolling* untuk berbagai jenis ban dan kondisi jalan hasil studi J.J.Taborek<sup>[15]</sup>

Jenis Kendaraan	Permukaan Jalan		
	Beton	Keras/Aspal	Pasir
Kendaraan Penumpang	0,015	0,08	0,3
Truk	0,012	0,06	0,25
Traktor	0,020	0,04	0,2

### 2.1.2.7 Perilaku kestabilan arah kendaraan pada saat pengereman dalam keadaan belok

Kontur jalan yang tidak selalu datar, memungkinkan pengendara untuk melakukan pengereman di jalan menurun yang memiliki radius belok. Gaya sentrifugal yang arahnya berlawanan dengan arah belok kendaraan akan muncul dan memungkinkan kendaraan menjadi tidak stabil. Untuk dapat mengatasinya di-perlukan gaya pengereman yang sedemikian rupa. Gaya yang muncul saat kendaraan belok dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2. 19 Gaya-gaya saat kendaraan belok<sup>[15]</sup>

Dari gambar 2.19 dapat disimpulkan bahwa gaya-gaya yang berpengaruh saat kendaraan belok adalah  $F_g$  dan  $F_c$ , baik itu depan ataupun belakang. Dimana kendaraan akan mengalami *skid* depan jika  $F_{cf} > F_{gf}$  dan mengalami *skid* belakang jika  $F_{cr} > F_{gr}$ . yang nilainya dapat diketahui dengan rumus-rumus di bawah ini :

$$F_{gf} = Wf \cdot \mu_{lateral} \quad (2.18)$$

$$F_{gr} = Wr \cdot \mu_{lateral} \quad (2.19)$$

$$\delta_f = \frac{L}{R} 57.29 \quad (2.20)$$

$$F_c = \frac{m \cdot V^2}{R} \quad (2.21)$$

$$F_{cf} = \frac{L_r}{L} \times \frac{m \cdot V^2}{R} \cdot \cos \delta_f \quad (2.22)$$

$$F_{cr} = \frac{L_f}{L} \times \frac{m \cdot V^2}{R} \cdot \cos \delta_f \quad (2.23)$$

### 2.1.3. Penelitian terdahulu

Penelitian mengenai analisa sistem pengereman CBS (*Combined Brake System*) sebelumnya dilakukan pada kendaraan Honda Vario 125 PGM-Fi dilakukan oleh saudara Enggar Rofiq Subagio dengan judul “*Analisa Sistem Pengereman CBS (Combined Brake System) Pada Skuter Matik Vario 125 PGM-Fi*” pada tahun 2014. Analisa yang dilakukan adalah Mengetahui jarak pengereman minimum dengan data yang didapatkan jika menggunakan tuas rem kiri jarak pengeremannya lebih kecil daripada menggunakan tuas rem kanan, kestabilan arah kendaraan pada saat diberi gaya pengereman dibelokan dengan radius 68,36 dan distribusi pengereman secara teoritis dan actual. Dengan nilai distribusi pengereman yang dibutuhkan secara rata-rata dari kecepatan 20 km/jam - 60 km/jam yaitu  $K_{bf} = 0.7211902$  dan  $K_{br} = 0.2788098$ , sementara distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem merata dengan nilai  $K_{bf} = 0,79003$  dan  $K_{br} = 0.20997$ . Perbedaan nilai dimana  $K_{bf} > K_{br}$  disini menunjukkan bahwa

kendaraan akan cenderung *oversteer* (*skid* pada ban belakang) jika dilakukan pengereman. Sementara perbedaan nilai distribusi pengereman dimana distribusi pengereman yang diberikan sistem lebih besar dari distribusi pengereman yang dibutuhkan sistem akan membuat kemungkinan *oversteer* (*skid* pada ban belakang) akan menjadi lebih besar. Hal ini dibuktikan pada analisa kestabilan kendaraan saat pengereman<sup>[13]</sup>.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Saudari Putri Dewi Aulia dengan judul “*Analisa Sistem Pengereman CBS (Combined Brake System) Pada Honda Vario Techno 125 Idling Stop System Pgm-Fi Dengan Kondisi Jalan Menurun*” pada tahun 2015. Analisa yang dilakukan adalah mengetahui perbandingan jarak pengereman kendaraan secara teoritis dan actual, stabilitas arah kendaraan saat jalan menurun dibelokkan dengan radius 30,15 m, dan perbandingan distribusi gaya rem depan dan *belakang* secara teoritis dan actual saat jalan menurun pada sistem rem CBS. Dengan nilai distribusi pengereman yang dibutuhkan secara rata-rata dari kecepatan 20 km/jam-40 km/jam yaitu  $K_{bf} = 0,74255$  dan  $K_{br} = 0,25745$ , sementara distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem merata dengan nilai  $K_{bf} = 0,64747$  dan  $K_{br} = 0,35253$ . Perbedaan nilai dimana  $K_{bf} > K_{br}$  disini menunjukkan bahwa kendaraan akan cenderung *oversteer* (*skid* pada ban belakang) jika dilakukan pengereman. Sementara perbedaan nilai distribusi pengereman dimana distribusi pengereman yang diberikan sistem lebih besar dari distribusi pengereman yang dibutuhkan sistem akan membuat kemungkinan *oversteer* (*skid* pada ban belakang) akan menjadi lebih besar. Hal ini dibuktikan pada analisa kestabilan kendaraan saat pengereman<sup>[4]</sup>.

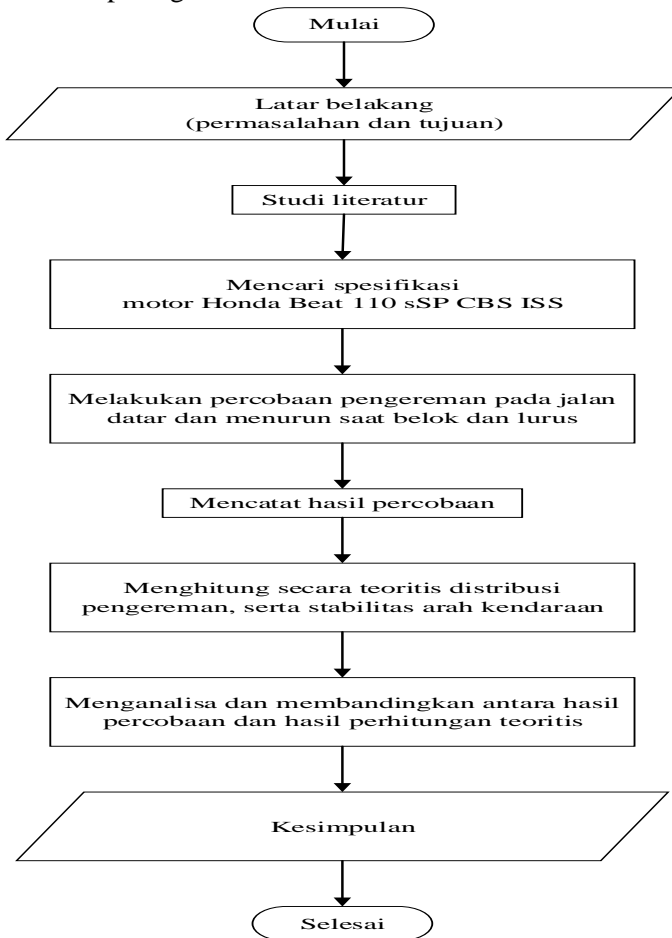
Penelitian selanjutnya dilakukan oleh saudari Viola Agus Arintika dengan judul “*Analisa Sistem Pengereman Combi Brake System(Cbs) Pada Honda Vario Techno 125 Idling Stop System(Iss) Pgm-Fi Dengan Pengaruh Penambahan Variasi Massa*” pada tahun 2015. Analisa yang dilakukan adalah

mengetahui perbandingan jarak pengereman kendaraan secara teoritis dan aktual dengan penambahan variasi massa, mengetahui kestabilan arah kendaraan jika diberi gaya rem *combi brake sistem* (CBS), dan distribusi gaya rem secara teoritis dan aktual<sup>[3]</sup>.

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Flowchart Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa *tahapan* yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. 1 Flowchart penelitian

Gambar 3.1 adalah gambar flowchart penelitian, latar belakang dari tugas akhir ini adalah permasalahan yang ada di masyarakat. Dengan merumuskan tujuan penelitian dan tahapan-tahapan dalam proses penelitian ini antara lain:

1. Literatur berasal dari internet, jurnal, buku dan tugas akhir Enggar Sodiq Subagio, Fitri Dewi Putri Aulia, Viola Agus Arintika, sebagai dasar teori dan kajian pustaka,
2. Spesifikasi Honda Beat 110 eSP CBS ISS diperlukan untuk data percobaan dan perhitungan,
3. Percobaan pengereman dilakukan pada jalan datar yang lurus dan belok dengan radius belok sebesar 30,20 meter dengan penambahan variasi massa sehingga didapatkan data untuk dianalisa, jalan yang digunakan adalah aspal kering dan aspal basah. Adapun cara percobaan dijelaskan pada flowchart percobaan,
4. Dalam percobaan didapatkan data-data yang diperlukan maka data tersebut dicatat,
5. Dilakukan proses perhitungan dari data-data yang didapat untuk mendapatkan nilai distribusi gaya rem depan dan belakang, jarak pengereman dan kestabilan arah kendaraan yang dibutuhkan oleh sistem pengereman,
6. Dilakukan proses analisa dan membandingkan hasil percobaan dengan hasil perhitungan yang dibutuhkan oleh sistem pengereman.

Setelah melakukan tahapan-tahapan diatas maka dapat menarik kesimpulan dari tujuannya yaitu membandingkan distribusi gaya rem depan dan belakang yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem dengan penambahan variasi massa dan kecepatan pada sistem rem *combi brake system* (CBS), membandingkan jarak pengereman kendaraan yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem dengan penambahan variasi massa dan



kecepatan pada sistem rem *combi brake system* (CBS) dan mengetahui stabilitas arah kendaraan jika diberi gaya rem dengan penambahan variasi massa dan kecepatan pada sistem rem *combi brake system* (CBS). Selain menarik kesimpulan juga dapat memberikan saran berupa letak CG yang tepat dengan adanya penambahan massa yang dibawa oleh penumpang tersebut.

### 3.2 Peralatan yang Digunakan

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

#### 1. Timbangan Badan

Fungsi timbangan adalah untuk mencari posisi CG (*Center of Gravity*) dari kendaraan yang bersangkutan. Cara yang dilakukan yaitu menaruh timbangan di bawah ban depan dan belakang sehingga didapat distribusi berat bagian depan dan belakang. Hal ini dilakukan 2 kali yaitu pada kondisi horisontal dan kondisi tanjakan  $15^\circ$ . Lalu dengan perumusan yang ada bisa didapatkan posisi CG.

#### 2. Neraca Pegas

Fungsi neraca pegas adalah alat untuk mengukur gaya tangan dalam menarik tuas rem saat melakukan proses pengereman. Cara mengukurnya dengan menarik pegangan dengan tarikan yang akan diaplikasikan saat menarik tuas rem, besar gaya tariknya akan terbaca pada neraca pegas tersebut.

#### 3. Meteran

Fungsi meteran adalah untuk mengukur posisi CG (*Center of Gravity*) dari penumpang. Selain itu, untuk mengukur jarak pengereman dalam penelitian/percobaan. Cara mengetahui posisi CG dari penumpang adalah dengan mengukur tingginya dari tanah sampai pusat penumpang. Cara mengetahui jarak pengeremannya dengan cara meletakkan titik nol di posisi saat tuas rem di tarik sampai motor berhenti. Dalam penelitian ini, meteran digunakan

untuk menentukan jarak CG kendaraan dan jarak pengereman dari percobaan yang dilakukan.

4. *Stopwatch*

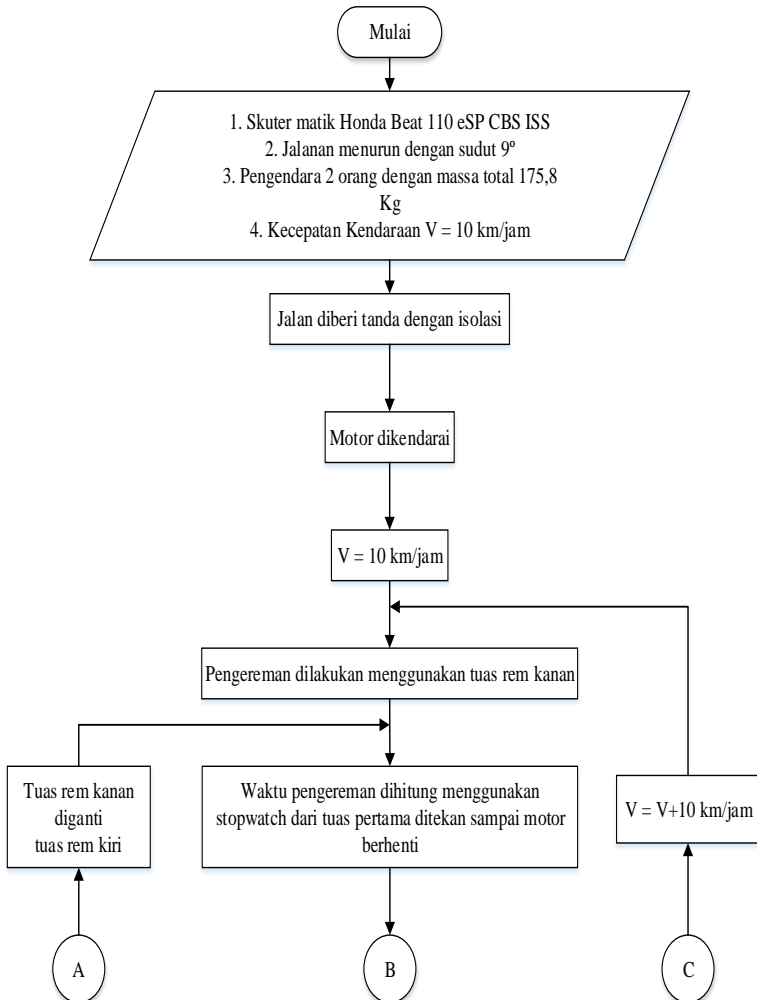
*Stopwatch* digunakan dalam penentuan awal mulai dilakukannya pengereman dan perhitungan lama waktu pengereman. Dengan menghitung waktu dari jalan yang telah diberi tanda berupa isolasi (titik dimana tuas rem ditekan) sampai titik dimana motorberhenti.

5. *Pressure gauge* modifikasi

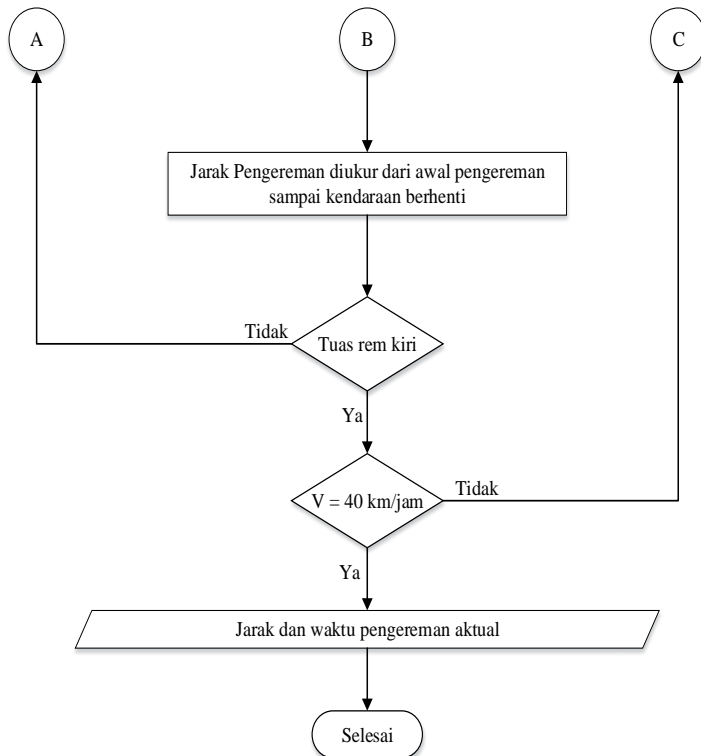
Dalam penelitian ini, dibutuhkan alat untuk mendapatkan tekanan hidrolik dari master silinder cakram. Alat pengukur tekanan pada umumnya adalah pressure gauge, akan tetapi pada tahap ini dibutuhkan modifikasi berupa sambungan untuk tetap dapat menghubungkan antara master silinder dengan kabel rem. Cara yang dilakukan adalah dengan memasang pressure gauge modifikasi tersebut ke master silinder dan menyambungkannya dengan kabel rem. Kemudian tuas rem kanan ditarik sekuat mungkin, sehingga akan didapatkan nilai tekanan maksimal yang nilainya tertera di pressure gauge dengan satuan  $\text{kgf/cm}^2$ .

### 3.3 Flowchart Percobaan

#### 3.3.1 Flowchart Percobaan Pada Jalan Menurun



Gambar 3. 2 Flowchart percobaan Jalan Menurun



Gambar 3. 3 Flowchart percobaan Jalan Menurun (lanjutan)

Adapun tahapan yang akan dilakukan pada percobaan pengereman ini adalah sebagai berikut :

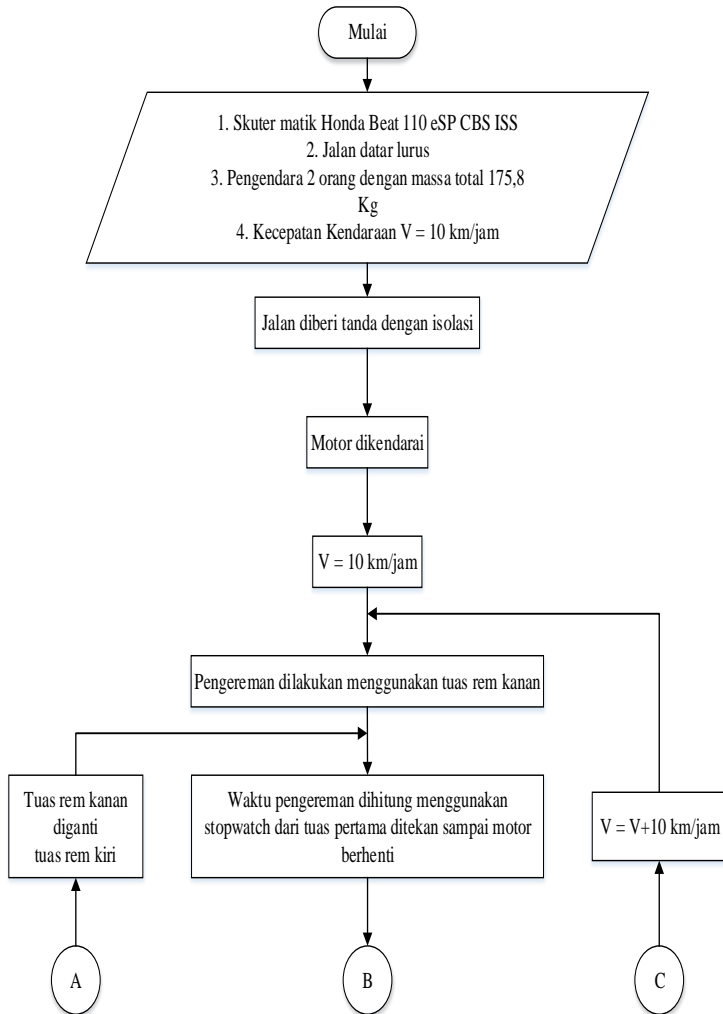
1. Kendaraan uji berupa sepeda motor Honda Beat 110 eSP CBS ISS disiapkan.
2. Jalanan (aspal kering) menurun dengan sudut  $9^\circ$  yang akan dijadikan sebagai lokasi percobaan diberi tanda dengan menggunakan isolasi (titik dimana tuas rem

mulai ditekan sebagai pengereman awal).Pengendara, yakni 2 orang penumpang dengan massa masing - masing 110 kg dan 65,8 kg dipersiapkan untuk melakukan percobaan.

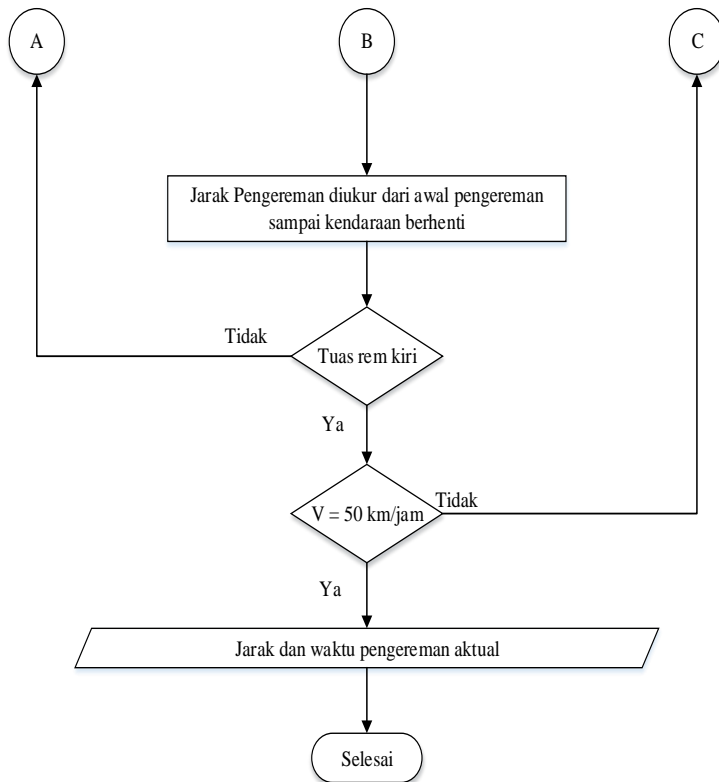
3. Kendaraan dikemudikan hingga mencapai kecepatan 10 km/jam pada jalanan menurun dengan sudut tanjakan  $9^\circ$ .
4. Pengereman dilakukan dengan menggunakan tuas rem kanan. Sistem rem akan mengalami lock, yakni roda berhenti berputar.
5. Waktu pengereman dihitung menggunakan stopwatch dari tuas rem pertama ditekan sampai motor berhenti.
6. Jarak pengereman diukur dari jalanan yang telah diberi tanda (posisi pengereman awal) sampai titik dimana kendaraan berhenti (posisi pengereman akhir).
7. Langkah 5-8 diulangi dimana pengereman dilakukan dengan menggunakan tuas rem kiri.
8. Langkah 4-9 diulangi dengan pencapaian kecepatan 30 km/jam, 40 km/jam dan 50 km/jam.

Setelah melakukan tahapan-tahapan di atas maka data-data yang didapatkan adalah jarak pengereman dan waktu pengereman secara yang diberikan oleh sistem.

### 3.3.2 Flowchart Percobaan Pada Jalan Datar



Gambar 3. 4 Flowchart Percobaan Pada Jalan Datar



Gambar 3. 5 Flowchart Percobaan Pada Jalan Datar (lanjutan)

Adapun tahapan yang akan dilakukan pada percobaan pengereman ini adalah sebagai berikut :

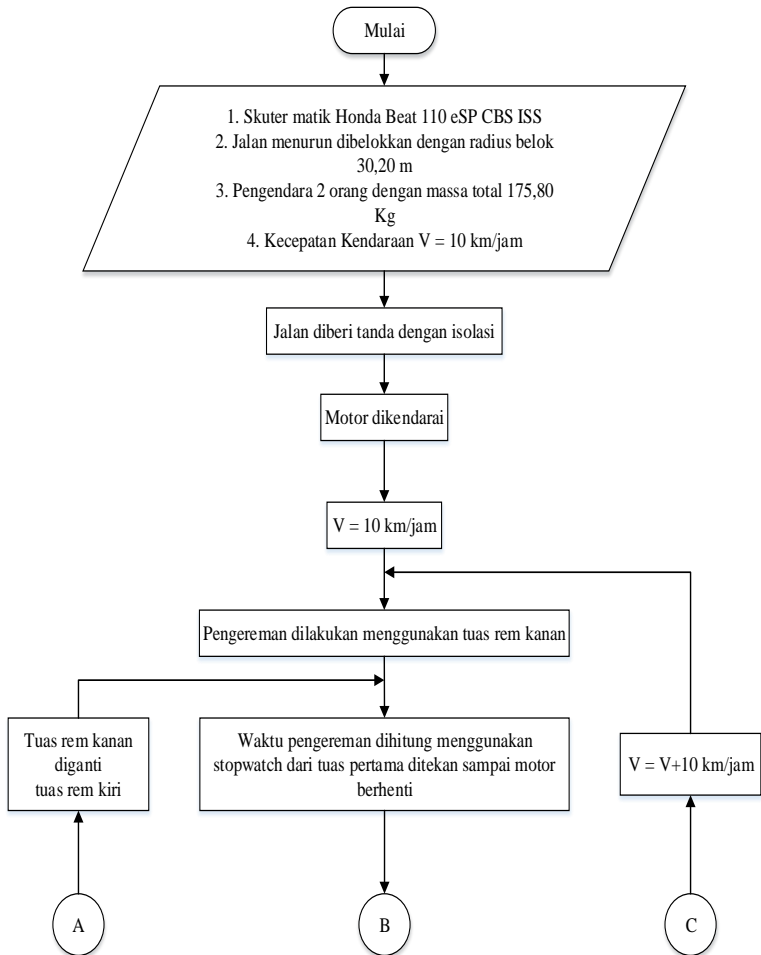
1. Kendaraan uji berupa sepeda motor Honda Beat 110 eSP CBS ISS disiapkan.
2. Jalanan (aspal kering) datar yang akan dijadikan sebagai lokasi percobaan diberi tanda dengan menggunakan isolasi (titik dimana tuas rem mulai ditekan sebagai pengereman awal).

3. Pengendara, yakni 2 orang penumpang dengan massa masing-masing 110 kg dan 65,5 kg dipersiapkan untuk melakukan percobaan.
4. Kendaraan dikemudikan hingga mencapai kecepatan 10 km/jam pada jalanan datar.
5. Pengereman dilakukan dengan menggunakan tuas rem kanan.
6. Sistem rem akan mengalami lock, yakni roda berhenti berputar.
7. Waktu pengereman dihitung menggunakan stopwatch dari tuas rem pertama ditekan sampai motor berhenti.
8. Jarak pengereman diukur dari jalanan yang telah diberi tanda (posisi pengereman awal) sampai titik dimana kendaraan berhenti (posisi pengereman akhir).
9. Langkah 5-8 diulangi dimana pengereman dilakukan dengan menggunakan tuas rem kiri.
10. Langkah 4-9 diulangi dengan pencapaian kecepatan 30 km/jam, 40 km/jam dan 50 km/jam.

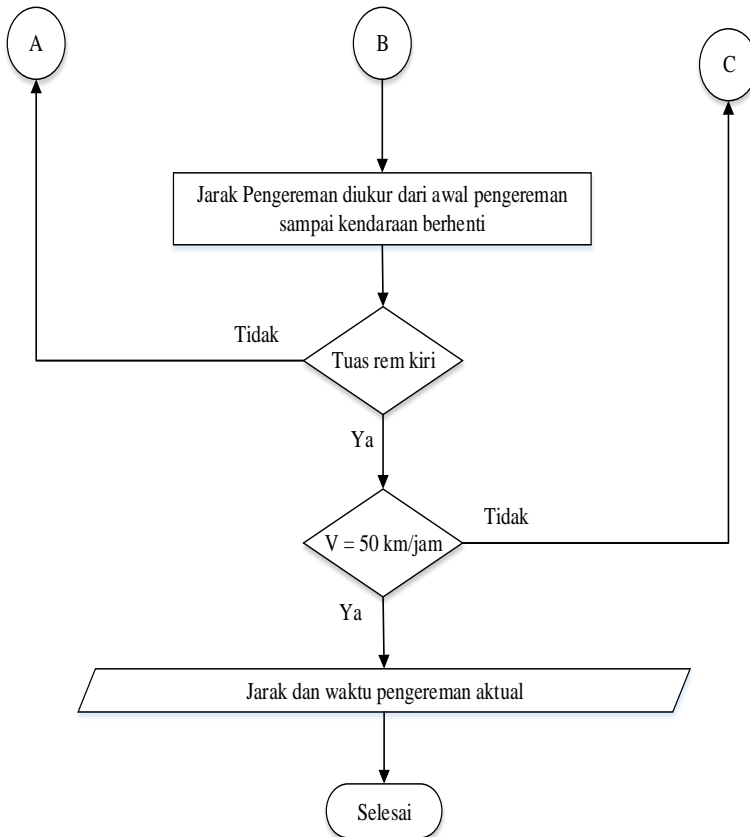
Setelah melakukan tahapan-tahapan di atas maka data-data yang didapatkan adalah jarak pengereman dan waktu pengereman secara yang diberikan oleh sistem.



### 3.3.4 Flowchart Percobaan Pada Jalan Menurun Dibelokkan



Gambar 3. 6 Flowchart Percobaan Pada Jalan Menurun Dibelokkan



**Gambar 3. 7 Flowchart Percobaan Pada Jalan Menurun Dibelokkan (lanjutan)**

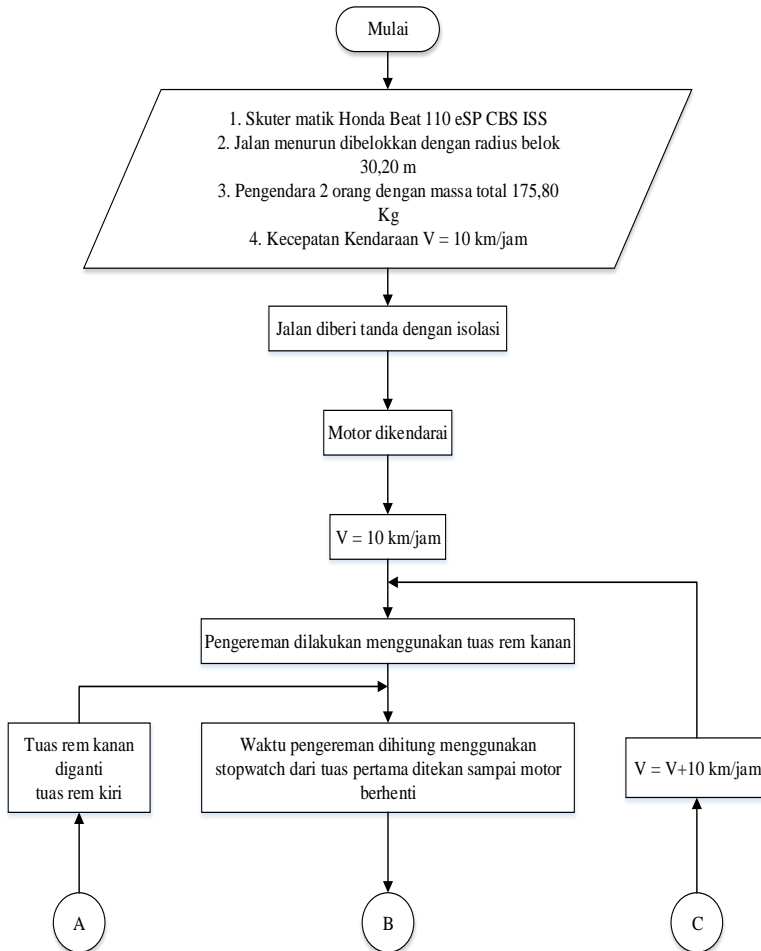
Di atas adalah flowchart percobaan pada jalan menurun dibelokkan, tahapan-tahapan dalam percobaan ini antara lain:

1. Jalan yang digunakan untuk percobaan adalah jalan menurun dibelokkan,
2. Jalan diberi tanda menggunakan isolasi sebagai tanda untuk mulai menarik tuas rem,

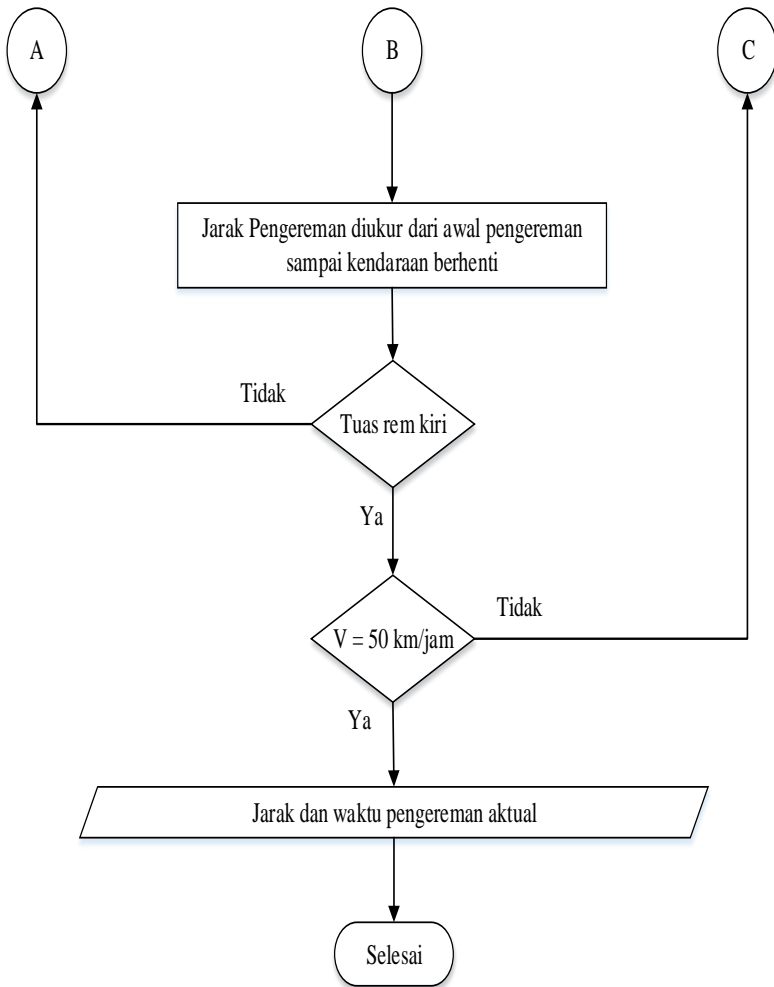
3. Honda Beat 110 eSP CBS ISS di kendarai hingga mencapai kecepatan 10 km/jam,
4. ketika roda depan motor tepat di isolasi sebagai tanda maka tuas rem kanan ditarik,
5. ketika tuas rem kanan ditarik maka *stopwatch* ditekan untuk perhitungan waktu pengereman dimulai,
6. sistem rem telah *lock* maka *stopwatch* dimatikan untuk perhitungan waktu pengereman selesai,
7. jarak pengereman diukur dari jalan yang diberi isolasi sampai sistem rem telah *lock*.
8. percobaan diulang dengan menggunakan tuas rem kiri dengan tahapan yang sama,

Setelah melakukan tahapan-tahapan di atas maka data-data yang didapatkan adalah jarak pengereman dan waktu pengereman secara yang diberikan oleh sistem.

### 3.3.5 FLOWchart Percobaan Pada Jalan Datar Dibelokkan



Gambar 3. 8 Flowchart Percobaan Pada Jalan Datar Dibelokkan



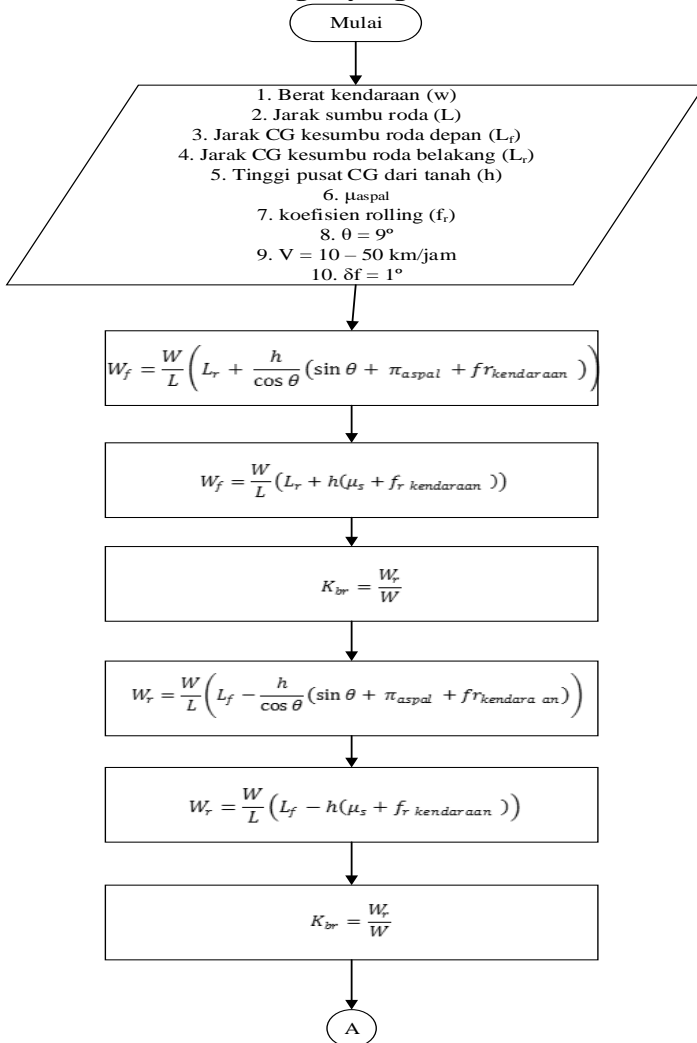
Gambar 3. 9 Flowchart Percobaan Pada Jalan Datar Dibelokkan (lanjutan)

Di atas adalah flowchart percobaan pada jalan datar dibelokan, tahapan-tahapan dalam percobaan ini antara lain:

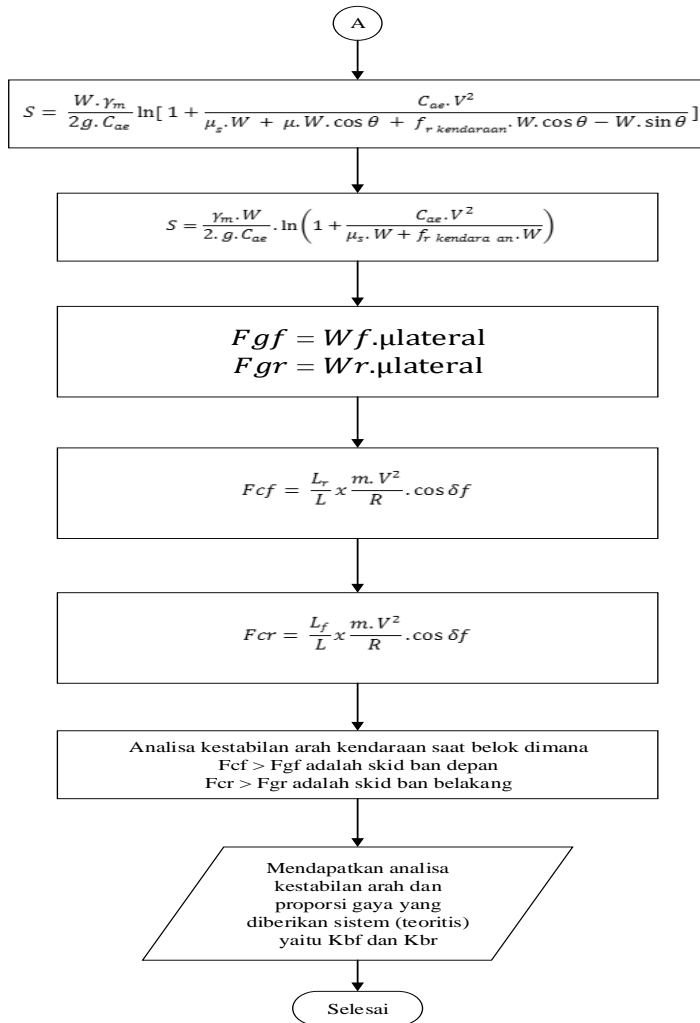
1. Jalan yang digunakan untuk percobaan adalah jalan datar lurus dibelokan,
2. Jalan diberi tanda menggunakan isolasi sebagai tanda untuk mulai menarik tuas rem,
3. Honda Beat 110 eSP CBS ISS di kendarai hingga mencapai kecepatan 10 km/jam,
4. ketika roda depan motor tepat di isolasi sebagai tanda maka tuas rem kanan ditarik,
5. ketika tuas rem kanan ditarik maka *stopwatch* ditekan untuk perhitungan waktu pengereman dimulai,
6. sistem rem telah *lock* maka *stopwatch* dimatikan untuk perhitungan waktu pengereman selesai,
7. jarak pengereman diukur dari jalan yang diberi isolasi sampai sistem rem telah *lock*.
8. percobaan diulang dengan menggunakan tuas rem kiri dengan tahapan yang sama,

Setelah melakukan tahapan-tahapan di atas maka data-data yang didapatkan adalah jarak pengereman dan waktu pengereman secara yang diberikan oleh sistem.

### 3.4 Flowchart Perhitungan yang dibutuhkan Oleh Sistem



Gambar 3. 10 Flowchart Perhitungan yang dibutuhkan oleh sistem



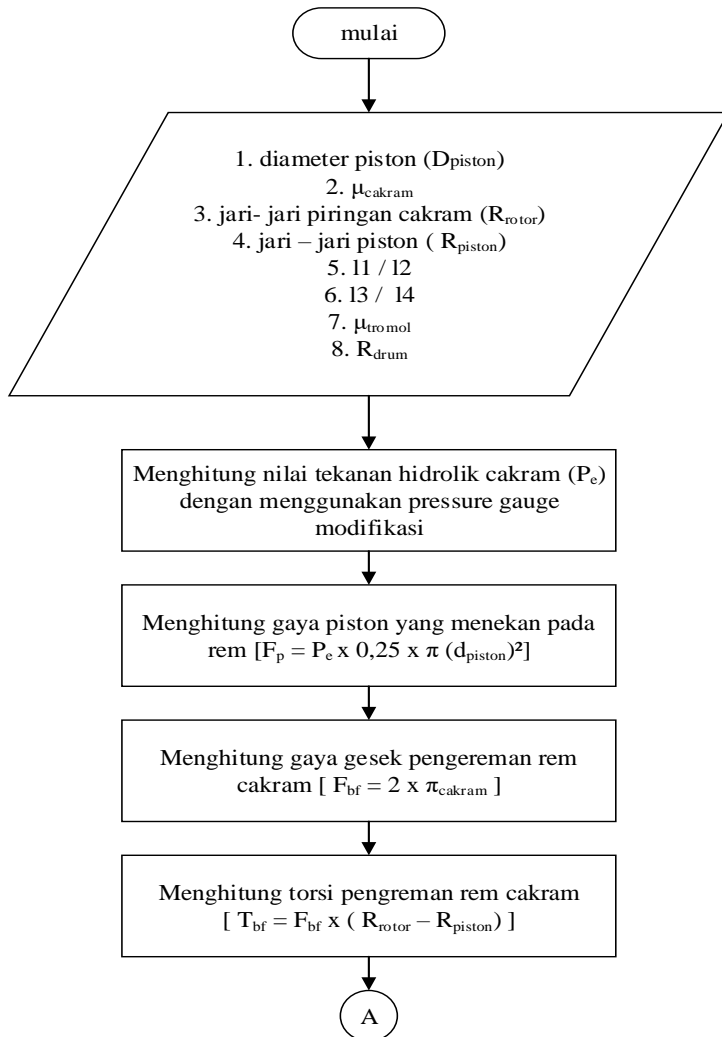
Gambar 3. 11 Flowchart Perhitungan yang dibutuhkan oleh sistem



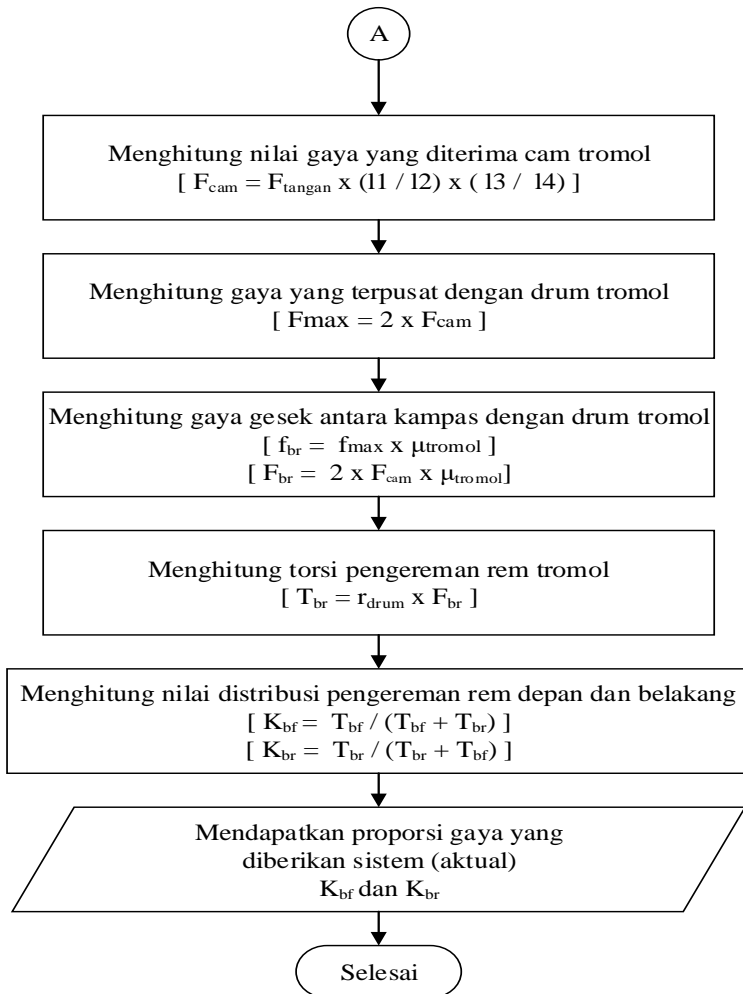
Adapun tahapan yang akan dilakukan pada perhitungan penelitian pengereman ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan spesifikasi motor Honda Beat 110 eSP CBS ISS berupa berat kosong kendaraan, jari-jari roda, jarak antar sumbu roda, seperti tertera pada gambar 3.2.
2. Kendaraan uji berupa sepeda motor Honda Beat 110 eSP CBS ISS ditentukan titik CG-nya dengan menggunakan rumus 2.1, 2.2, dan 2.3.
3. Menghitung jarak pengereman yang dibutuhkan oleh system dengan menggunakan rumus 2.4, dan 2.5.
4. Distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem dihitung dengan menggunakan rumus 2.12, 2.13, dan 2.14.
5. Kemudian analisa kestabilan arah dilakukan untuk mengetahui apakah kendaraan mengalami skid depan atau skid belakang saat pengereman dilakukan pada jalan menurun dibelokan. Kendaraan akan mengalami skid depan bila  $F_{cf} > F_{gf}$  dapat digunakan rumus 2.22 dan 2.18 dan skid belakang bila  $F_{cr} > F_{gr}$  dapat digunakan rumus 2.23 dan 2.19.
6. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dari hasil penelitian tersebut. Yang akan didapatkan antara lain :
  - Distribusi gaya rem depan dan belakang yang dibutuhkan oleh sistem
  - Jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem
  - Kestabilan arah kendaraan saat belok

### 3.5 Flowchart Perhitungan yang Diberikan Oleh Sistem



Gambar 3. 12 Flowchart Perhitungan yang diberikan oleh sistem



Gambar 3. 13 Flowchart Perhitungan yang diberikan oleh sistem (lanjutan)

Adapun tahapan yang akan dilakukan pada perhitungan penelitian pengereman ini adalah sebagai berikut :

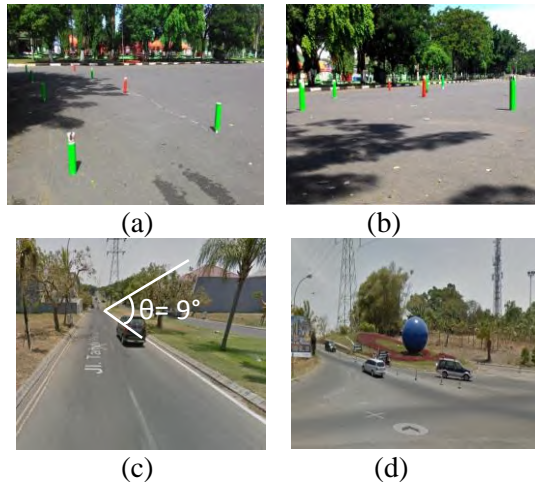
1. Mendapatkan spesifikasi motor Honda Beat 110 eSP CBS ISS berupa berat kosong kendaraan, jari-jari roda, jarak antar sumbu roda, seperti tertera pada gambar 3.2.
2. Mendapatkan tekanan hidrolik rem cakram ( $P_e$ ) dengan bantuan orang bengkel dan mendapatkan gaya rem tangan ( $F$ ) dengan menggunakan neraca.
3. Gaya pengereman rem cakram dihitung dengan menggunakan rumus 2.6, dan 2.7 sementara gaya pengereman rem tromol dihitung dengan menggunakan rumus 2.9, 2.10 dan 2.11, serta menghitung torsi pengereman rem cakram dan tromol dengan menggunakan rumus 2.8, dan 2.12.
4. Distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem dihitung dengan menggunakan rumus 2.13, 2.14, dan 2.15.
5. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dari hasil penelitian tersebut. Yang akan didapatkan antara lain :
  - Distribusi gaya rem depan dan belakang yang diberikan oleh sistem
  - Jarak pengereman yang diberikan oleh sistem
  - Kestabilan arah kendaraan saat belok

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pelaksanaan Percobaan

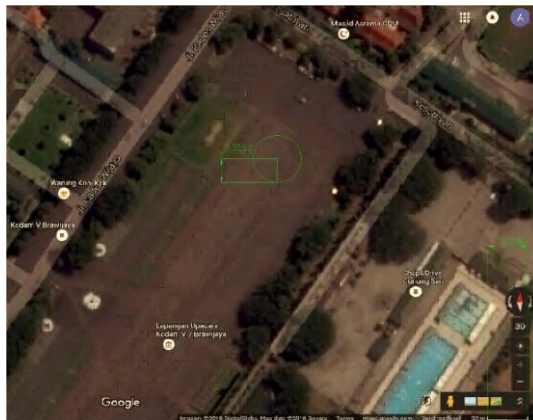
#### 4.1.1 Lokasi percobaan

Lokasi yang digunakan untuk pengambilan data adalah daerah perumahan citraland dan lapangan upacara Kodam V/Brawijaya Jln. RA Wijaya No.1 surabaya. Dibawah ini adalah gambar lokasi yang digunakan untuk pengambilan data :



Gambar 4. 1 lokasi yang digunakan untuk pengambilan data pada gambar (a) jalan lurus, (b) jalan lurus belok, (c) jalan turun dan (d) jalan turun belok

Di atas adalah gambar 4.1 yang menunjukkan lokasi pengambilan data pada jalan datar lurus, jalan lurus belok dengan radius 10,16 m, jalan turun dengan sudut  $9^\circ$  dan jalan turun belok dengan radius belok 10,16 m. dimana radius belok ditunjukkan pada gambar 4.3.



(a)



(b)

Gambar 4. 2 radius belok 10.16 pada gambar (a) jalan datar belok dan (b) jalan turun belok

Pada gambar 4.2 terlihat bahwa skala map-nya adalah 1 : 20 . Sementara panjang gambar dari skala tersebut adalah 5 mm. Sehingga apabila digambarkan sebuah lingkaran tepat diatas belokan dari lokasi percobaan dengan radius lingkaran 7,5514 mm maka radius belok kendaraan yang sebenarnya dapat dihitung

dengan perhitungan :

diketahui :

Skala = 20 m

Panjang skala pada gambar = 5 mm

Radius lingkaran pada gambar = 7,5514 mm

maka :

$$\text{Panjang per mm} = \frac{\text{skala}}{\text{panjang pada gambar}} = \frac{20 \text{ m}}{127 \text{ mm}} = 4 \text{ m}$$

Radius belok sebenarnya :

= radius lingkaran gambar x panjang per mm

= 7,5514 mm x 4 m

= 30,20 m

#### 4.1.2 Penimbangan massa

Seperti yang telah dijelaskan di bab sebelumnya, percobaan dilakukan untuk membandingkan antara keadaan yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem. Oleh karena itu, penimbangan massa kendaraan dilakukan dilokasi percobaan atau menyamakan sudut lokasi dengan keadaan jalan agar sama dengan lokasi percobaan yang ditunjukkan pada gambar 4.4.

Pada gambar 4.3 digunakan 2 buah timbangan massa digital yang keduanya diletakkan di roda depan dan roda belakang kendaraan, untuk mengantisipasi adanya ketidak linieran posisi kendaraan saat dilakukan penimbangan massa. Ketika dilakukan penimbangan massa yang terdistribusi di bagian depan kendaraan, penguji hanya tinggal melihat nilai yang tertera pada timbangan massa digital di bawah roda depan kendaraan. Dan begitu pula sebaliknya.



Gambar 4. 3 penimbangan massa dengan 2 penumpang

#### **4.1.3 Pengukuran tekanan hidrolik cakram**

Pengukuran tekanan hidrolik cakram perlu dilakukan untuk mengetahui besar tekanan yang menekan piston pada rem cakram. Seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pengukuran tekanan hidrolik cakram ini membutuhkan pressure gauge yang telah dimodifikasi. Dalam prakteknya, penguji meminta bantuan dari para ahli di bengkel teknik mesin its mengingat tingkat kesulitan dan ketelitian yang diperlukan sangat tinggi. Gambar 4.4 adalah salah satu gambar yang diambil di lokasi saat sebelum dilakukannya pengukuran tekanan hidrolik cakram.

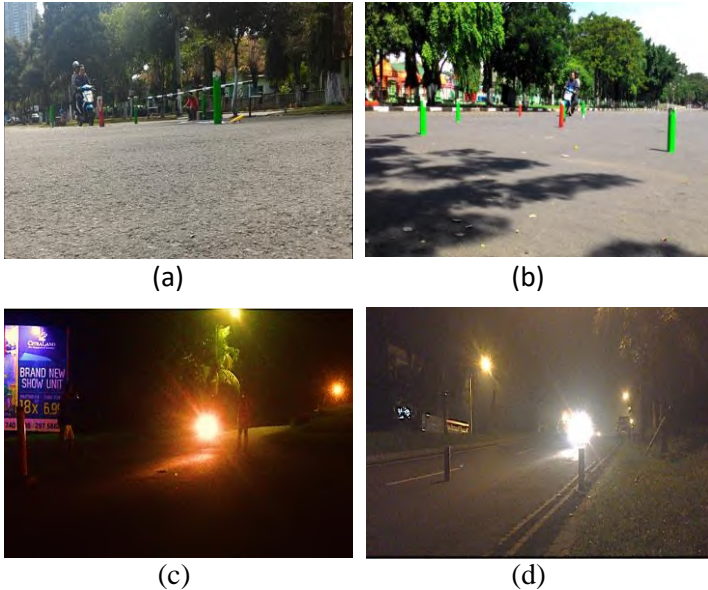




Gambar 4. 4 Pemasangan pressure gauge modifikasi pada rem cakram

#### 4.1.4 Pengambilan data percobaan

Pengambilan data dilakukan dengan memberi penambahan tanda berupa garis pada jalan dilakukan untuk memperjelas waktu awal dilakukannya pengereman, Dalam pemberian tanda ini digunakan isolasi dan *traffic cone* . Hal ini juga memudahkan peneliti untuk menghitung lamanya waktu pengereman. Percobaan ini dilakukan untuk mendapatkan jarak pengereman yan diberikan oleh sistem pada jalan lurus, jalan lurus belok, jalan menurun dan jalan menurun belok. Ketika pengereman dilakukan, kendaraan akan melambat dan berhenti pada satu titik untuk kemudian diberi tanda berupa isolasi. Gambar 4.6 adalah gambar yang diambil di lokasi saat dilakukan pengambilan data.



Gambar 4. 5 (a) pengambilan data pada (a) jalan lurus, (b) jalan lurus belok, (c) jalan turun dan (d) jalan turun belok

Pada gambar 4.5 Percobaan dilakukan dengan pengambilan jarak pengereman disetiap kecepatan hingga memenuhi variasi kecepatan yang telah ditentukan.

#### 4.1.5 Data percobaan

Sebelum dilakukan perhitungan dan analisa data, dilakukan terlebih dahulu percobaan untuk dapat dibandingkan dengan teori. Selain itu dilakukan juga pengukuran dimensi-dimensi yang belum diketahui. Data pengukuran tersebut diantaranya sebagai berikut :

3.5.5.1 Data mengenai pengukuran CG (center of gravity) :

Berat kosong kendaraan (W) = 931,631 N

Berat penumpang 1 ( $W_1$ )	= 1078,731N
Berat penumpang 2 ( $W_2$ )	= 645,277N
Panjang kendaraan ( $L$ )	= 1,256 m

3.5.5.2 Data hasil pengukuran berat kendaraan + 2 penumpang :

- Penimbangan bidang datar
  - Berat bagian depan ( $W_f$ ) = 90,90 kg = 891,42 N
  - Berat bagian belakang ( $W_r$ ) = 172 kg = 1686,74 N
- Penimbangan bidang miring ( $9^\circ$ )
  - Berat bagian depan ( $W_f$ ) = 113,5 kg = 1113 N
  - Berat bagian belakang ( $W_r$ ) = 149., kg = 1465,11 N

3.5.5.3 Data mengenai perhitungan gaya dan torsi pengereman pada

- rem cakram :
  - Tekanan hidrolik cakram ( $P_c$ ) = 60 kgf/cm<sup>2</sup>  
= 5884083,55 N/m<sup>2</sup>
  - Diameter piston rem ( $d_{\text{piston}}$ ) = 0,033903 m
  - koef. gesek cakram ( $\mu_{\text{cakram}}$ ) = 0,3
  - Jari-jari calliper ( $R_{\text{rotor}}$ ) = 0,095 m
  - Jari-jari piston rem ( $r_{\text{piston}}$ ) = 0,016952 m

4. Data mengenai perhitungan gaya dan torsi pengereman pada rem tromol :

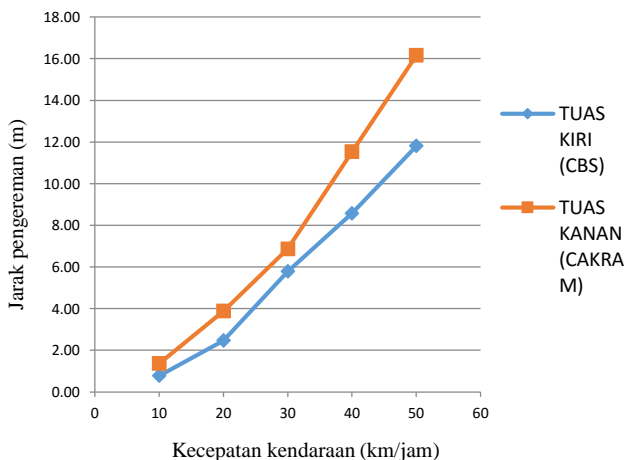
Gaya tarik tangan ( $F_{\text{tangan}}$ )	= 49,03 N
koef. gesek tromol ( $\mu_{\text{tromol}}$ )	= 0,4
Jari-jari drum tromol ( $r_{\text{drum}}$ )	= 0,07 m
Panjang tuas rem kiri ( $l_1$ )	= 15,42 cm
Jarak antara pivot tuas rem dan lubang tempat dipasangny kabel rem ( $l_2$ )	= 2,019 cm
Panjang tuas penyambung antara kabel rem dengan cam ( $l_3$ )	= 6,569 cm
Panjang cam tromol ( $l_4$ )	= 1,82 cm

5. Data mengenai perhitungan jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem pada jalan turun lurus :

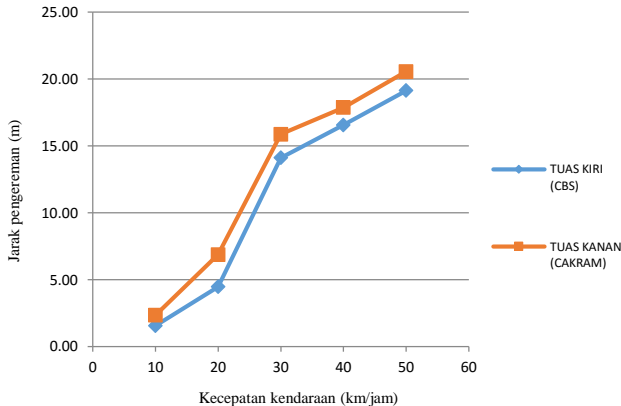
Sudut turunan ( $\theta$ )	= $9^\circ$
Gaya gravitasi ( $g$ )	= 9,81 m/s <sup>2</sup>

Faktor ekivalen massa ( $\gamma_m$ )	= 1,04
Koef. hambat aerodinamis ( $C_d$ )	= 1,8
Luas permukaan frontal ( $A_f$ )	= 0,33 m <sup>2</sup>
Koef. gesek jalan ( $\mu_{aspal}$ )	= 0,75
fr kendaraan penumpang ( $f_{kendaraan}$ )	= 0,08
Waktu respon sistem rem ( $t_d$ )	= 0,3 s
$\cos (9^\circ)$	= 0,99
$\sin (9^\circ)$	= 0,16

6. Data hasil percobaan jarak pengereman pada jalan menurun dengan sudut turunan  $9^\circ$  dapat dilihat pada gambar 4.8 sedangkan pada jalan datar ditunjukkan pada gambar 4.7. Dari gambar tersebut perlu dijelaskan bahwa percobaan dilakukan untuk mengambil data berupa jarak pengereman pada jalan menurun pada kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam, 30 km/jam, 40 km/jam dan 50 km/jam menggunakan tuas rem kanan (cakram) saja dan tuas rem kiri (CBS) saja.



Gambar 4. 6 Grafik jarak pengereman yang diberikan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada (a) jalan datar dibelokkan  $9^\circ$



Gambar 4. 7 Grafik jarak pengereman yang diberikan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada (a) jalan menurun dibelokkan  $9^\circ$ .

7. Data mengenai perhitungan kestabilan arah kendaraan yang dibutuhkan oleh sistem di jalan turun dan datar dibelokkan :

Radius belok kendaraan (R) = 30,20 m

Koef. gesek lateral ( $\mu_{\text{lateral}}$ ) = 0,29

8. Data hasil percobaan kestabilan arah kendaraan pada kondisi jalan menurun dibelokkan dan lurus dibelokkan dengan radius belok 30,20 m :

Dari tabel 4.1 dan tabel 4.2 diketahui bahwa saat percobaan dilakukan pada jalan datar dan menurun dibelokkan dengan radius belok 30,20 m, belum terjadi skid saat pengereman dilakukan pada jalan datar

hingga kecepatan 30 km/jam dan 20 km/jam di jalan menurun dengan menggunakan tuas rem kanan dan kiri. Skid terjadi saat pengereman dilakukan di jalan lurus dengan kecepatan 40 km/jam sampai 50 km/jam

Kecepatan	Roda	Tuas Rem Kanan (cakram)	Tuas Rem kiri (CBS)
10 km/jam	Depan	Tidak	Tidak
	Belakang	Tidak	Tidak
20 km/jam	Depan	Tidak	Tidak
	Belakang	Tidak	Tidak
30 km/jam	Depan	Tidak	Tidak
	Belakang	Tidak	Ya
40 km/jam	Depan	Tidak	Tidak
	Belakang	Tidak	Ya
50 km/jam	Depan	Ya	Tidak
	Belakang	Tidak	Ya

dan 30 km/jam sampai 50 km/jam terjadi skid saat jalan menurun menggunakan tuas rem kanan saja.

Tabel 4.1 Terjadinya skid pada pengereman jalan datar dibelokan dengan radius belok 30,20 m.

Tabel 4.2 Terjadinya skid pada pengereman jalan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m.

Kecepatan	Roda	Tuas Rem Kanan	Tuas Rem kiri (CBS)
10 km/jam	Depan	Tidak	Tidak
	Belakang	Tidak	Tidak
20 km/jam	Depan	Tidak	Tidak
	Belakang	Tidak	Tidak
30 km/jam	Depan	Tidak	Tidak
	Belakang	Tidak	Tidak
40 km/jam	Depan	Tidak	Tidak

	Belakang	Tidak	Ya
50 km/jam	Depan	Tidak	Tidak
	Belakang	Tidak	Ya

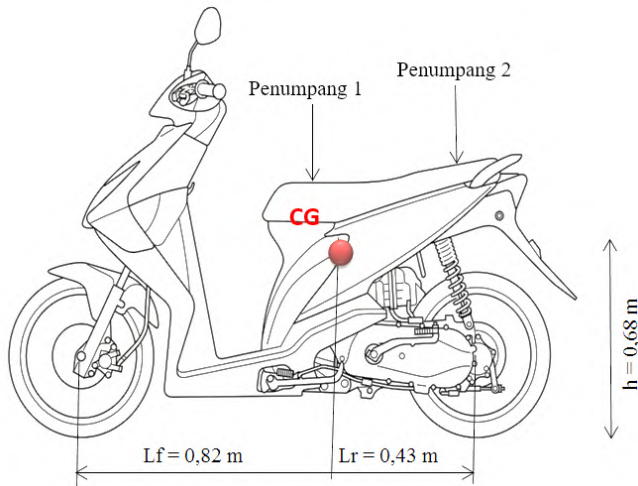
### 4.3 Analisa Data

Dalam penelitian ini didapatkan distribusi gaya rem depan dan belakang dari kendaraan, jarak pengereman, serta stabilitas arah kendaraan yang diberikan oleh sistem pada jalan datar, jalan datar dibelokkan dengan radius belok 10,15 m, jalan menurun 9° dan menurun dibelokkan dengan radius belok 10,15 m dengan variasi kecepatan yang digunakan, yakni 10 km/jam, 20 km/jam, 30 km/jam, 40 km/jam, dan 50 km/jam. Selanjutnya, data yang diberikan oleh sistem akan dibandingkan dengan perhitungan yang dibutuhkan oleh sistem untuk mengetahui kesesuaian spesifikasi kendaraan. Khusus untuk analisa stabilitas arah kendaraan dilakukan variasi kecepatan hingga 60 km/jam untuk didapatkan analisa yang lebih jauh, dimana percobaan tidak dilakukan pada kecepatan ini karena telah dianggap berbahaya.

#### 4.3.1 Perhitungan CG (*center of gravity*) dengan 2 penumpang

Pada penelitian ini analisa dilakukan pada kendaraan dengan 2 penumpang yang memiliki berat seperti yang telah disebutkan pada sub bab 4.1. Untuk mempermudah analisa, perhitungan CG dilakukan menggunakan 2 timbangan massa sekaligus yang masing-masing diletakkan dibawah roda depan dan belakang kendaraan.

Dari data yang ada, persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3) dapat diketahui posisi CG dari kendaraan. Yakni nilai  $L_f$  sebesar 0,82 m,  $L_r$  sebesar 0,43 m, dan  $h$  sebesar 0,68 m seperti dapat dilihat pada gambar 4.8 di atas. Pada hasil yang telah didapat, posisi CG sedikit lebih jauh kebelakang mengingat penumpang yang berjumlah 2 orang.



Gambar 4. 8 CG Honda Beat 110 eSP CBS ISS

#### 4.3.2 Perhitungan distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem pada kondisi jalan menurun dan datar

Analisa distribusi pengereman untuk mendapatkan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang dibutuhkan oleh sistem ini dilakukan dengan menganalisa total berat kendaraan dengan penumpangnya yang terdistribusi ke bagian depan dan belakang kendaraan saat pengereman pada jalan menurun dilakukan dengan variasi kecepatan yang telah ditentukan. Dengan menggunakan persamaan (2.17) dan (2.18) bisa didapatkan nilai distribusi pengereman roda depan dan roda belakang kendaraan seperti yang tertulis pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 dan tabel 4.4 menunjukkan perhitungan  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  berdasarkan variasi kecepatan dengan kondisi jalan yang berbeda. Dimana nilai  $f_{r_{kecepatan}}$  akan berubah sesuai dengan kecepatan. Sehingga didapatkan distribusi pengereman yang dibutuhkan kendaraan seperti yang ditunjukan pada tabel diatas.



Tabel 4.3 Perhitungan  $K_{bf}$  Dan  $K_{br}$  Berdasarkan Variasi Kecepatan Saat Jalan Menurun

V (km/jam)	$F_{r_{kecepatan}}$	$W_f$ (N)	$W_r$ (N)	$K_{bf}$	$K_{br}$
10	0,017500	970,82	377,88	0,71982	0,28018
20	0,0176	970,82	377,70	0,72014	0,28017
30	0,0178	970,82	377,45	0,72053	0,28014
40	0,018	970,82	377,17	0,72069	0,27999
50	0,0182	970,82	377,87	0,72084	0,27984

Tabel 4.4 Perhitungan  $K_{bf}$  Dan  $K_{br}$  Berdasarkan Variasi Kecepatan Saat Jalan Datar

V (km/jam)	$F_{r_{kecepatan}}$	$W_f$ (N)	$W_r$ (N)	$K_{bf}$	$K_{br}$
10	0,017500	2025.15	631.40	0.76232	0.23768
20	0,0176	2025.23	631.22	0.76251	0.23764
30	0,0178	2025.58	630.96	0.76275	0.23759
40	0,018	2025.87	630.67	0.76286	0.23749
50	0,0182	2025.16	630.39	0.76297	0.23738

#### 4.3.3 Perhitungan distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem

Distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem ini dapat dicari melalui perhitungan gaya-gaya yang terjadi pada rem antara lain :

- Gaya pengereman pada rem depan (cakram)

Tekanan hidrolik master silinder ( $P_e$ ) dapat diperoleh dengan pengukuran menggunakan pressure gauge yang dimodifikasi. Pressure gauge diletakkan pada saluran pengereman sehingga didapatkan tekanan hidrolik master silinder sebesar  $60 \text{ kgf/cm}^2$  atau  $5.884.083,55 \text{ N/m}^2$ . Dan

didapatkan nilai gaya yang menekan piston pada rem depan ( $F_p$ ) dengan persamaan (2.6), nilai gaya pengereman rem depan ( $F_{bf}$ ) dengan persamaan (2.7), serta nilai torsi pengereman roda depan ( $T_{bf}$ ) dengan persamaan (2.8). Seluruhnya dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Gaya Dan Torsi  
Pengereman Pada Rem Cakram

Besaran	Nilai	Satuan
$F_p$	5311,84	N
$F_{bf}$	3187,10	N
$T_{bf}$	248,749	Nm

➤ Gaya pengereman pada rem belakang (tromol)

Perhitungan gaya pengereman rem belakang dilakukan dengan mengetahui dimensi tuas rem dan drum tromol. Setelah mendapatkan dimensi baru dapat menghitung gaya yang menekan pada tromol cam brake menggunakan persamaan (2.9), kemudian didapatkan gaya tepusat ditengah drum tromol dengan persamaan (2.10), dan diteruskan dengan persamaan (2.11) yakni gaya yang bergesekan dengan drum tromol. Serta torsi pengereman roda belakang dengan persamaan (2.12). Seluruhnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Gaya Dan torsi  
pengereman Pada Rem Tromol

Besaran	Nilai	Satuan
$F_{cam}$	1348,87	N
$F_{max}$	2697,73	N
$F_{br}$	1618,64	N
$T_{br}$	113,305	Nm

➤ Perhitungan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$

Setelah mengetahui nilai gaya pengereman depan dan belakang, didapatkan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang diberikan oleh

sistem dengan menggunakan persamaan (2.13) dan (2.14) yakni sebesar 0,68694 dan 0,31306.

#### 4.3.4 Perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem pada kondisi jalan datar

Perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem dilakukan untuk melihat apakah sistem pengereman CBS (Combi Brake System) pada kendaraan Honda Beat 110 eSP CBS ISS memberikan distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem atau tidak. Dari tabel 4.7 berikut ditunjukkan perbandingan distribusi pengereman tersebut.

Dari tabel 4.7 dapat dilihat bahwa nilai  $K_{bf}$  yang dibutuhkan sistem lebih besar dari pada yang diberikan, sementara nilai  $K_{br}$  yang dibutuhkan lebih kecil dari pada yang diberikan. Hal ini terjadi merata pada semua variasi kecepatan. Fenomena inilah yang menyebabkan kendaraan mengalami *oversteer* (skid pada ban belakang). Namun dikarenakan selisih nilai antara distribusi yang dibutuhkan dan yang diberikan tidak terlalu tinggi, kemungkinan skid bisa dikurangi dengan tata cara pengereman yang benar dapat dilakukan menggunakan kedua tuas agar mendapatkan nilai distribusi yang sama dengan distribusi pengereman yang dibutuhkan Seperti yang terlihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.7 Perbandingan Distribusi Pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem

V (km/jam)	Distribusi pengereman yang dibutuhkan system		Distribusi pengereman yang diberikan tuas kiri		Distribusi pengereman yang diberikan tuas kanan	
	$K_{bf}$	$K_{br}$	$K_{bf}$	$K_{br}$	$K_{bf}$	$K_{br}$
10	0,76232	0,23768	0,68694	0,31306	1,0000	0,0000

20	0,76251	0,23764				
30	0,76275	0,23759				
40	0,76286	0,23749				
50	0,76297	0,23738				

Tabel 4.8 Gaya dan distribusi pengereman yang diberikan kedua tuas

Distribusi pengereman yang diberikan tuas kiri + kanan			
$F_{\text{tangan}} \text{ (N)}$	$K_{\text{bf}}$	$F_{\text{tangan}} \text{ (N)}$	$K_{\text{br}}$
73,48	0,76232	32	0,23768
68,96	0,76251	30	0,23765
69,05	0,76275	30	0,23725
77,29	0,76286	33,56	0,23714
77,55	0,76266	33,71	0,23734

#### 4.3.5 Perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan kondisi jalan menurun

Perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan dilakukan untuk melihat apakah sistem pengereman CBS (Combi Brake System) pada kendaraan Honda Beat 110 eSP CBS ISS memberikan distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem atau tidak. Dari tabel 4.9 dapat dilihat bahwa perbandingan distribusi pengereman nilai  $K_{\text{bf}}$  yang dibutuhkan sistem lebih besar dari pada yang diberikan, sementara nilai  $K_{\text{br}}$  yang dibutuhkan lebih kecil dari pada yang diberikan. Hal ini terjadi merata pada semua variasi kecepatan. Fenomena inilah yang menyebabkan kendaraan mengalami *oversteer* (skid pada ban belakang). Namun dikarenakan selisih nilai antara distribusi yang dibutuhkan dan yang diberikan tidak terlalu tinggi, kemungkinan skid bisa dikurangi dengan tata cara pengereman yang benar dapat dilakukan menggunakan kedua tuas agar mendapatkan nilai distribusi yang sama dengan distribusi pengereman yang dibutuhkan Seperti yang terlihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.9 Perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem

V (km/jam)	Distribusi pengereman yang dibutuhkan system		Distribusi pengereman yang diberikan tuas kiri		Distribusi pengereman yang diberikan tuas kanan	
	$K_{bf}$	$K_{br}$	$K_{bf}$	$K_{br}$	$K_{bf}$	$K_{br}$
10	0,71982	0,28018	0,68694	0,31306	1,0000	0,0000
20	0,72014	0,28017				
30	0,72053	0,28014				
40	0,72069	0,27999				
50	0,72084	0,27984				

Bila dibandingkan dengan data yang telah dimiliki sebelumnya, yakni ketika analisa dilakukan pada jalan datar, didapatkan hasil yang sama (*oversteer*) namun dengan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang sedikit berbeda. Pada jalan menurun, nilai  $K_{br}$  yang diberikan oleh sistem sedikit lebih besar dibandingkan dengan nilai  $K_{br}$  yang diberikan sistem pada jalan mendatar.

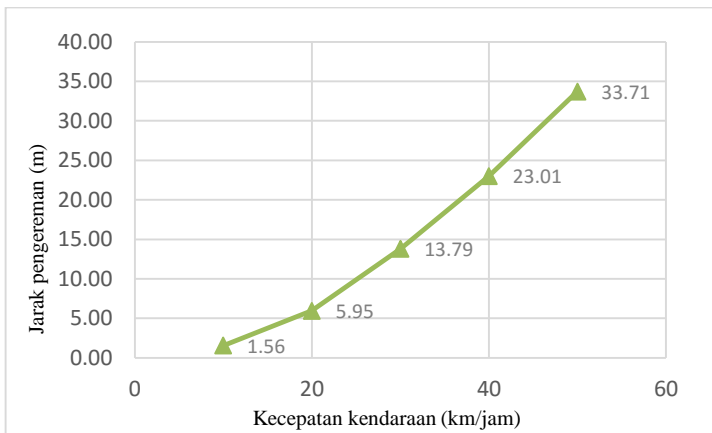
Tabel 4.10 Gaya Tangan Dan Distribusi Pengereman Yang Diberikan Kedua Tuas

Distribusi pengereman yang diberikan tuas kanan + kiri			
$F_{\text{tangan kanan (N)}}$	$K_{bf}$	$F_{\text{tangan kiri (N)}}$	$K_{br}$
70,6	0,71914	41,5	0,28086
77	0,72000	45,08	0,28000
70,6	0,72000	41,32	0,28000
70,6	0,72085	41,15	0,27915
77	0,72036	45	0,27964

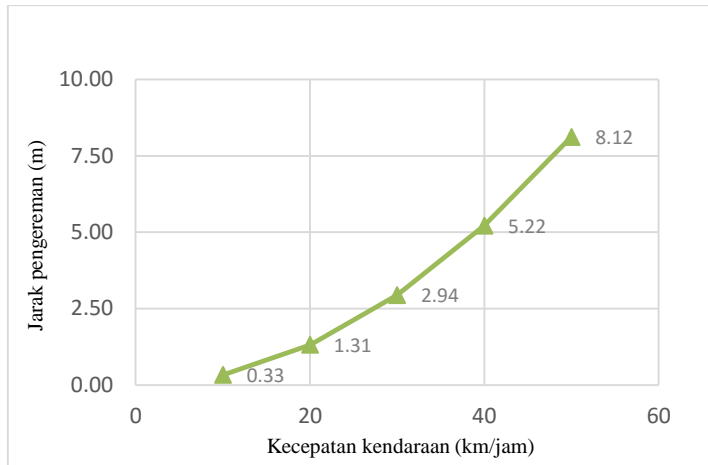
Hal ini dapat dikarenakan adanya faktor jalan menurun sehingga distribusi pengereman yang harus diberikan pada roda belakang lebih besar dibandingkan saat jalan datar, supaya kendaraan tidak terbalik dan terjungkal ke depan karena berat total kendaraan beserta penumpangnya terdistribusi lebih banyak di bagian depan kendaraan.

#### 4.3.6 Perhitungan jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem

Perhitungan jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem untuk kendaraan Honda Beat 110 eSP CBS ISS ini dapat dihitung menggunakan persamaan (2.4), (2.5), dan (2.6) pada variasi kecepatan yang sama dengan percobaan, yakni 10, 20, 30, 40 dan 50 km/jam. Hasil perhitungannya dapat digrafikkan pada gambar 4.9 dan 4.10.



Gambar 4. 9 Grafik jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada (a) jalan menurun  $9^\circ$



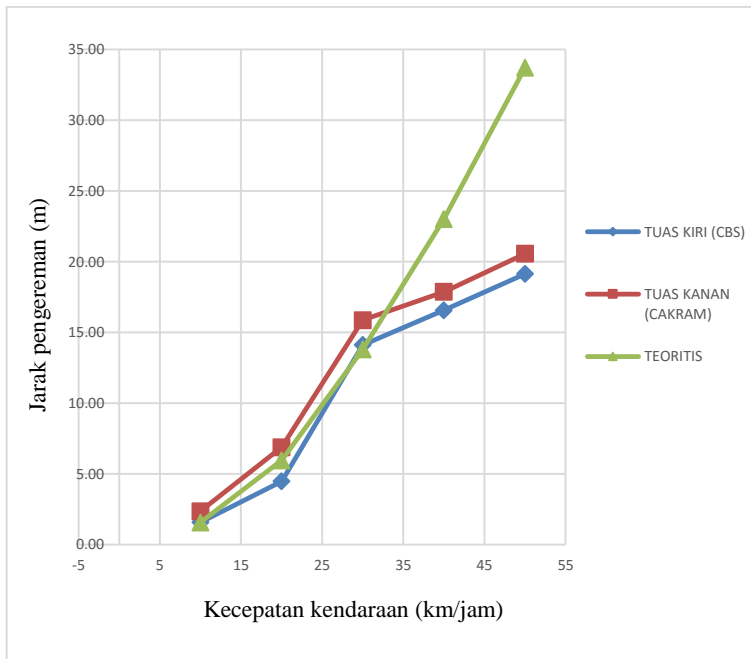
Gambar 4. 10 Grafik jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada jalan datar.

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa jarak pengereman akan semakin jauh seiring bertambahnya kecepatan kendaraan. Jarak pengereman paling pendek yang didapat dari percobaan, terjadi pada kecepatan kendaraan 10 km/jam yakni 1,61 m di jalan menurun sedangkan 0,33 m di jalan datar dan jarak pengereman paling jauh terjadi pada kecepatan 50 km/jam yakni 16,70 m di jalan menurun sedangkan 8,12 m di jalan datar.

#### 4.3.7 Perbandingan jarak pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem

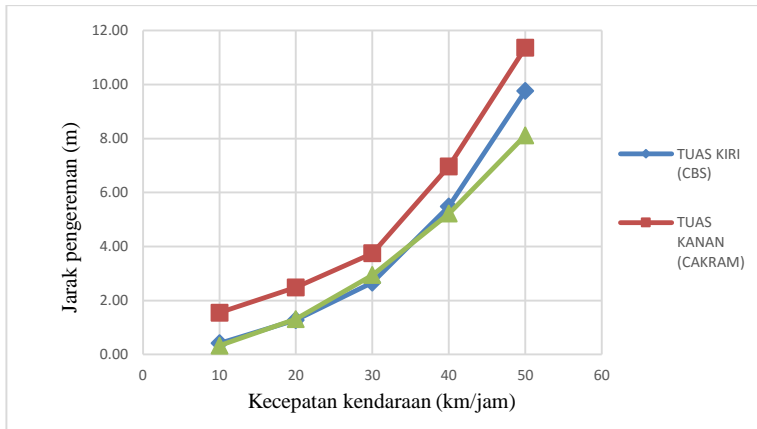
Perbandingan jarak pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem dilakukan untuk melihat apakah pengereman pada kendaraan Honda Beat 110 eSP CBS ISS sudah bekerja secara ideal. Gambar 4.10 dan 4.11 menunjukkan grafik perbandingan jarak pengereman (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) antara jarak pengereman yang dibutuhkan dan diberikan dengan kondisi jalan menurun dan jalan datar. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan melaju maka semakin jauh pula jarak pengereman kendaraan

tersebut. Pada kecepatan 20 km/jam, 30 km/jam, 40 km/jam maupun 50 km/jam pengereman menggunakan tuas rem kiri menghasilkan jarak pengereman yang lebih pendek dibanding tuas rem kanan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem rem CBS (tuas rem kiri) akan lebih efektif dibandingkan non-CBS (cakram) dalam fungsi jarak pengeremannya. Jarak pengereman yang diberikan oleh sistem bernilai lebih besar dari jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem.



Gambar 4. 11 Grafik perbandingan jarak pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada (a) jalan menurun 9°





Gambar 4. 12 Grafik perbandingan jarak pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem (m) vs kecepatan kendaraan (km/jam) pada jalan datar.

Hal ini dipengaruhi oleh adanya faktor - faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengambilan data, seperti teknik pengambilan data yang kurang konstan, ketidak rataan jalan, kurangnya ketelitian praktikan baik saat melakukan pengambilan data pengereman maupun pengukuran hasil jarak pengereman, serta alat ukur yang kurang presisi. Bila dibandingkan dengan data telah yang dimiliki sebelumnya, yakni ketika pengambilan dilakukan pada jalan datar, didapatkan hasil yang jauh berbeda. Pada jalan menurun, besar jarak pengereman baik yang dibutuhkan maupun diberikan oleh sistem memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan jarak pengereman pada jalan mendatar. Hal ini dapat dikarenakan adanya faktor jalan menurun sehingga dengan distribusi pengereman yang sama, dapat menghasilkan jarak pengereman yang lebih pendek dibandingkan saat jalan datar.

#### 4.3.8 Analisa kestabilan arah kendaraan saat pengereman dilakukan pada jalan dibelokan dengan radius belok 30,20 m

Untuk melakukan analisa kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam kondisi jalan menurun dibelokan, perlu diketahui gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan seperti telah ditunjukkan pada gambar 2.15. Dalam hal ini gaya-gaya yang dimaksud adalah  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$  dan  $F_{cr}$  yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.18), (2.19), (2.21), dan (2.22). Hasil perhitungannya telah dituliskan dalam tabel berikut.

Tabel 4.11 Perhitungan  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$  dan  $F_{cr}$  berdasarkan variasi kecepatan pada jalan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m

V (km/jam)	$F_{cf}$ (N)	$F_{cr}$ (N)	$F_{gf}$ (N)	$F_{gr}$ (N)
10	12,80	22,29	281,54	109,58
20	51,22	89,17	281,54	109,53
30	115,24	200,62	281,54	109,46
40	204,87	356,66	281,54	109,38
50	320,12	557,29	281,54	109,30

Tabel 4.12 Perhitungan  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$  dan  $F_{cr}$  berdasarkan variasi kecepatan pada jalan datar dibelokan dengan radius belok 30,20 m

V (km/jam)	$F_{cf}$ (N)	$F_{cr}$ (N)	$F_{gf}$ (N)	$F_{gr}$ (N)
10	23,90	45,23	587,29	183,10
20	95,61	180,91	587,35	183,05
30	215,12	407,04	587,42	182,98
40	382,43	723,63	587,50	182,90
50	597,55	1130,68	587,59	182,81

Hasil dari analisa kestabilan arah kendaraan ini memiliki

ketentuan jika  $F_{cf} > F_{gf}$  akan terjadi skid pada ban depan dan jika  $F_{cr} > F_{gr}$  akan terjadi skid pada ban belakang. Oleh karena itu, analisa skid dapat disimpulkan seperti pada tabel 4.11 dan tabel 4.12. Tabel tersebut menunjukkan hasil analisa skid depan dan skid belakang berdasarkan variasi kecepatan yang dibutuhkan oleh sistem.

Tabel 4.13 Analisa skid depan dan skid belakang berdasarkan variasi kecepatan yang dibutuhkan oleh sistem saat pengereman dilakukan pada jalan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m

V (km/jam)	$F_{cf} > F_{gf}$	$F_{cr} > F_{gr}$
10	Tidak	Tidak
20	Tidak	Tidak
30	Tidak	Ya
40	Tidak	Ya
50	Ya	Ya

Pada tabel 4.13 dapat di ambil kesimpulan dari nilai perhitungan tabel 4.11 dan tabel 4.12 bahwa akan terjadi skid mulai kecepatan 30 km/jam, 40 km/jam dan 50 km/jam pada ban belakang dan depan. Sementara pada kecepatan  $< 50$  km/jam, kendaraan tidak mengalami skid sama sekali pada ban depan.

#### **4.3.9 Analisa perbandingan kestabilan arah kendaraan saat pengereman dilakukan pada jalan menurun dan datar dibelokan dengan radius belok 30,20 m yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem**

Perbandingan kestabilan arah kendaraan saat pengereman di jalan turun belok dan datar yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem dilakukan untuk melihat apakah sistem pengereman CBS (Combi Brake System) pada kendaraan Honda Beat 110 eSP CBS ISS akan memberikan perilaku arah

kendaraan yang stabil atau tidak. Dari tabel 4.14 ditunjukkan perbandingan distribusi pengereman tersebut.

Tabel 4.14 Perbandingan analisa skid yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem berdasarkan variasi kecepatan saat pengereman dilakukan pada jalan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m

V (km/ jam)	Distribusi pengereman yang dibutuhkan system		Distribusi pengereman yang diberikan system			
			Jalan menurun		Jalan Datar	
	Fcf > Fgf (skid depan)	Fcr > Fcr (skid kelakang)	Tuas kanan (cakram)	Tuas kiri (CBS)	Tuas kanan (cakram)	Tuas kiri (CBS)
10	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
20	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
30	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Tidak
40	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya
50	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya

Dapat dilihat pada tabel 4.14 di atas bahwa secara teori kendaraan mengalami skid belakang pada kecepatan 30 km/jam, 40 km/jam, dan 50 km/jam. Sementara pada percobaan juga terjadi skid belakang pada jalan menurun dan datar dengan kecepatan 30 km/jam, 40 km/jam, dan 50 km/jam. Antara perhitungan yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem menunjukkan hasil yang sama dengan kondisi jalan menurun. Kendaraan akan mengalami skid belakang mulai dari kecepatan 30 km/jam hingga ditingkatkan seterusnya dengan interval 10 km/jam. Hal ini dikarenakan pada distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem memiliki nilai  $K_{br}$  yang lebih tinggi daripada yang dibutuhkan oleh sistem, sementara nilai  $K_{br}$  yang diberikan oleh sistem justru lebih rendah daripada yang dibutuhkan oleh sistem, sehingga kendaraan

cenderung mengalami skid pada ban belakang (*oversteer*) saat dilakukan pengereman pada kondisi jalan menurun yang dibelokan.

Bila dibandingkan dengan data telah yang dimiliki, yakni ketika analisa dilakukan pada jalan datar, didapatkan hasil yang berbeda. Pada jalan datar, kendaraan akan mengalami skid pada ban belakang (*oversteer*) pada kecepatan  $\geq 40$  km/jam. Hal ini dapat dikarenakan adanya faktor jalan menurun sehingga letak posisi CG bergeser sedikit lebih jauh ke belakang dan menyebabkan nilai  $F_{cr}$  yang lebih besar. Faktor lain yaitu karena adanya faktor nilai radius belok yang berbeda. Pada penelitian jalan menurun kali ini nilai radius belok yang digunakan bernilai 2 kali lebih besar dibandingkan penelitian pada jalan datar sebelumnya. Hal ini dapat menyebabkan nilai  $F_{cr}$  yang lebih kecil, mengetahui bahwa semakin besar nilai radius belok ( $R$ ) akan semakin kecil nilai gaya sentrifugalnya ( $F_c$ ).

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 : Data Perhitungan CG (*center of gravity*)

- Saat Penimbangan bidang Datar

$W_f$	98.80 kg	969.23 N
$W_r$	172.00 kg	1,687.32 N
$W$	270.80 kg	2,656.55 N
$L$	125.60 cm	1.26 m
$L_f$	0.80 m	79.78 cm
$L_r$	0.46 m	45.82 cm

- Saat Penimbangan Bidang Miring

$W_f$	121.40 kg	1,190.93 N
$W_r$	149.40 kg	1,465.61 N
$W$	270.80 kg	2,656.55 N
$L$	125.60 cm	1.26 m
$\cos (9)$	0.99	
$\sin (9)$	0.16	
$h$	0.66 m	66.18 cm

## Lampiran 2 : Data Perhitungan Gaya dan Torsi Pengereman yang diberikan oleh sistem

### ○ Rem Cakram

$P_e$	60.00	kgf/cm <sup>2</sup>	5,884,083.55	N/m <sup>2</sup>
$d_{\text{piston}}$	0.033903	m		
$\mu_{\text{cakram}}$	0.30			
$\cos (9)$	0.99			
$R_{\text{caliper}}$	0.095	m		
$r_{\text{piston}}$	0.016952	m		
$F_p$	5,309.15	N		
$F_{bf}$	3,185.49	N		
$T_{bf}$	248.623	Nm		

### ○ Rem Tromol

$F_{\text{tangan}}$	49.03	N	$l_1$	0.15	mm
$\mu_{\text{tromol}}$	0.30	N	$l_2$	0.02	mm
$r_{\text{Drum}}$	0.07	m	$l_3$	0.07	mm
11 / 12	7.64		$l_4$	0.02	mm
13 / 14	3.60				
$F_{\text{cam}}$	1,348.87	N			
$F_{\text{max}}$	2697.73	N			
$F_{\text{br}}$	1,618.64	N			
$T_{\text{br}}$	113.305	Nm			

### Lampiran 3 : Data Perhitungan Distribusi Gaya Pengereman

o Yang dibutuhkan oleh sistem Pada Jalan datar

W	270.80	kg	2,656.55				N
$L_f$	0.80	m					
$L_r$	0.46	m					
L	1.26	m					
h	0.66	m					
$\cos(9)$	0.99						
$\sin(9)$	0.16						
$\mu_{aspal}$	0.75						
V	10	20	30	40.00	50.00	Km/jam	
$f_{r_{kecepatan}}$	0.017500	0.0176	0.018	0.018	0.018		
$W_f$	2,041.18	2,041.35	2,041.60	2,041.87	2,042.15	N	
$W_r$	615.37	615.20	614.95	614.67	614.39	N	
W	2,656.55	2,656.13	2,655.64	2,655.64	2,655.64	N	
$K_{bf}$	0.76836	0.76854	0.76878	0.76888	0.76899		
$K_{br}$	0.23164	0.23161	0.23156	0.23146	0.23135		



○ Yang dibutuhkan oleh sistem Pada Jalan Turun

W	270.80	kg	2,656.55 N			
$L_f$	0.80	m				
$L_r$	0.46	m				
L	1.26	m				
h	0.66	m				
$\cos(9)$	0.99					
$\sin(9)$	0.16					
$\mu_{aspal}$	0.75					
V	10	20	30	40.00	50.00	Km/jam
$f_{r_{kecepatan}}$	0.017500	0.0176	0.018	0.018	0.018	
$W_f$	970.82	970.82	970.82	970.82	970.82	N
$W_r$	377.88	377.70	377.45	377.17	376.89	N
W	1,348.70	1,348.10	1,347.37	1,347.08	1,346.80	N
$K_{bf}$	0.71982	0.72014	0.72053	0.72069	0.72084	
$K_{br}$	0.28018	0.28017	0.28014	0.27999	0.27984	

○ Yang diberikan oleh sistem

$T_{bf}$	248.623 Nm
$T_{br}$	113.305 Nm
$K_{bf}$	0.68694
$K_{br}$	0.31306

**Lampiran 4 : Data Perhitungan Jarak Pengereman Teoritis  
saat Kondisi Jalan Menurun 9°**

W	270.80	kg	2,656.55	N
g	9.81	m/s <sup>2</sup>		
cos (9)	0.99			
sin (9)	0.16			
Y <sub>m</sub>	1.04			
C <sub>ae</sub>	0.37			
μ <sub>aspal</sub>	0.75			
f <sub>r_kendaraan</sub>	0.08			
t <sub>d</sub>	0.30			
V <sub>1</sub>	10	km/jam	2.78	m/s
V <sub>2</sub>	20	km/jam	5.56	m/s
V <sub>3</sub>	30	km/jam	8.33	m/s
V <sub>4</sub>	40	km/jam	11.11	m/s
V <sub>5</sub>	50	km/jam	13.89	m/s

- Jarak pengereman yang dibutuhkan oleh sistem pada Jalan turun

rem kiri saja		rem kanan saja		μ <sub>actual</sub>
1.57	m	2.35	m	0.33
4.47	m	6.87	m	0.47
14.11	m	15.87	m	0.33
16.57	m	17.86	m	0.51
19.14	m	20.56	m	0.68
S <sub>1</sub>	1.56	m		
S <sub>2</sub>	5.95	m		
S <sub>3</sub>	13.79	m		
S <sub>4</sub>	23.01	m		
S <sub>5</sub>	33.71	m		

- Jarak Pengereman Saat Percobaan Jalan Datar

rem kiri saja		rem kanan saja		$\mu_{\text{actual}}$
0.42	m	1.55	m	1.26
1.28	m	2.48	m	1.64
2.66	m	3.75	m	1.77
5.48	m	6.97	m	1.53
9.77	m	11.37	m	1.34
$S_1$	0.33	m		
$S_2$	1.31	m		
$S_3$	2.94	m		
$S_4$	5.22	m		
$S_5$	8.12	m		

**Lampiran 5: Data Perhitungan Kestabilan Arah Kendaraan  
Saat Pengereman di Jalan Turun 9° dan  
Berbelok 30,20 m pada Berbagai Kecepatan**

○ Yang dibutuhkan oleh sistem Pada Jalan Turun

$\mu_{\text{aspal}}$	0.29					
$L_f$	0.80	m				
$L_r$	0.46	m				
$L$	1.26	m				
$R$	30.20	m				
$\cos \delta_f$	1.00					
$V$	10	20	30	40	50	km/jam
$W_f$	2,041.18	2,041.35	2,041.60	2,041.87	2,042.15	N
$W_r$	615.37	615.20	614.95	614.67	614.39	N
$m$	270.80	270.80	270.80	270.80	270.80	kg
$F_{cf}$	25.24	100.95	227.14	403.80	630.94	N
$F_{cr}$	43.89	175.57	395.02	702.26	1,097.29	N
$F_{gf}$	591.94	591.99	592.06	592.14	592.22	N
$F_{gr}$	178.46	178.41	178.34	178.26	178.17	N

- Yang dibutuhkan oleh sistem Pada Jalan datar

$\mu_{aspal}$	0.29					
$L_f$	0.80	m				
$L_r$	0.46	m				
$L$	1.26	m				
$R$	30.20	m				
$\cos \delta f$	1.00					
$V$	10	20	30	40	50	km/jam
$W_f$	970.82	970.82	970.82	970.82	970.82	N
$W_r$	377.88	377.70	377.45	377.17	376.89	N
$m$	137.48	137.46	137.44	137.41	137.38	kg
$F_{cf}$	12.80	51.22	115.24	204.87	320.12	N
$F_{cr}$	22.29	89.17	200.62	356.66	557.29	N
$F_{gf}$	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	N
$F_{gr}$	109.58	109.53	109.46	109.38	109.30	N

- Kesimpulan

kecepatan		skid depan	skid belakang
		$F_{cf} > F_{gf}$	$F_{cr} > F_{gr}$
10	km/jam	Tidak	Tidak
20	km/jam	Tidak	Tidak
30	km/jam	Tidak	Ya
40	km/jam	Tidak	Ya
50	km/jam	Ya	Ya

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Dari hasil perhitungan dan percobaan didapatkan distribusi pengereman saat jalan menurun maupun datar yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem memiliki perbedaan dengan nilai  $K_{bf}$  dibutuhkan sebesar 0,71982 di jalan menurun sedangkan di jalan datar  $k_{bf}$  dibutuhkan sebesar 0,76323 dimana distribusi yang dibutuhkan lebih besar dari  $K_{bf}$  diberikan sebesar 0,68694. Sedangkan, nilai  $K_{br}$  dibutuhkan sebesar 0,28018 di jalan menurun sedangkan di jalan datar  $K_{bf}$  dibutuhkan sebesar 0,23768 lebih kecil dari  $K_{br}$  diberikan sebesar 0,31306. Hal ini menunjukkan bahwa kendaraan akan cenderung mengalami oversteer (skid belakang) saat dilakukan pengereman pada jalan menurun.
2. Dari hasil perhitungan dan percobaan didapatkan jarak pengereman yang dibutuhkan sistem lebih besar dari jarak pengereman yang diberikan sistem baik menggunakan tuas rem kiri maupun tuas rem kanan dengan kondisi jalan yang menurun dan jalan datar.
3. Dari hasil perhitungan dan percobaan didapatkan perilaku kestabilan arah kendaraan yang dibutuhkan dan diberikan sistem saat pengereman pada jalan menurun dibelokan dengan radius belok 30,20 m menunjukkan bahwa kendaraan mengalami skid belakang pada kecepatan  $\geq 30$  km/jam apabila pengereman dilakukan dengan menggunakan tuas kiri (CBS) pada kondisi jalan datar dan lurus.
4. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan didapatkan metode operasional yang aman untuk sistem rem CBS agar mendapatkan hasil distribusi pengereman yang mendekati distribusi yang dibutuhkan oleh sistem maka pada saat

pengereman tuas rem kiri terlebih dahulu ditekan kemudian ditambahkan menggunakan tuas rem kanan.

## 5.2 Saran

1. Pengemudi motor Honda beat eSP CBS ISS dianjurkan untuk melakukan pengereman dengan kondisi seperti percobaan maka sebaiknya pengereman dilakukan dengan menggunakan tuas rem kiri untuk jalan lurus agar jarak pengereman yang terjadi lebih pendek. Kondisi berbelok sebaiknya menggunakan tuas rem kanan agar tidak mengalami *skid*. Agar distribusi pengereman untuk berat tertentu sebaiknya peletakan CG atau duduknya penumpang serta peletakan massa yang benar dapat menjadikan distribusi pengereman yang dibutuhkan dan diberikan oleh sistem memiliki selisih yang tidak besar.
2. Pengemudi motor sebaiknya memerhatikan beban masa karena Jika beban masa semakin berat maka pada jalanan menurun hendaknya pengendara sudah mengurangi kecepatan jauh sebelum jalanan menurun. Sehingga distribusi pengereman menjadi stabil dan tidak menimbulkan *skid*.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian performa sistem rem CBS (*Combi brake system*) dengan variasi kondisi jalan (berpasir, basah atau paving) serta bisa divariasikan massa penumpang. Juga dapat membandingkan performa sistem rem CBS (*Combi brake system*) dengan sistem pengereman lainnya.
4. Dalam melakukan pengujian ini pengendara dianjurkan memakai alat pelindung diri karena pengujian ini sangatlah berbahaya pada kecepatan tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abhang, Swapril R., & Bhaskar, D.P. 2014. *Design and Analysis of Disc Brake*. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) Volume 8 Number 4, February 2014 ISSN: 2231-5381, 165-167
- [2] Adhiwibowo, Riyanto. 2013. **Cara Kerja Rem Sepeda Motor**, <URL:<http://trampilan.blogspot.com/2013/07/cara-kerja-rem-sepeda-motor.html>>. (Diakses pada tanggal 20 Maret 2016)
- [3] Arintika, Viola Agus. 2015. **Analisa Sistem Pengereman Combi Brake System(Cbs) Pada Honda Vario Techno 125 Idling Stop System(Iss) Pgm-Fi Dengan Pengaruh Penambahan Variasi Massa**. Surabaya: Tugas Akhir Teknik Mesin ITS.
- [4] Aulia, Dewi Putri. 2015. **Analisa Sistem Pengereman Cbs (Combined Brake System) Pada Honda Vario Techno 125 Idling Stop System Pgm-Fi Dengan Kondisi Jalan Menurun**. Surabaya: Tugas Akhir Teknik Mesin ITS.
- [5] Anonim. 2000. **Modul Pelatihan Otomotif-Sistem Rem**. Malang: PPP GT VEDC.
- [6] Anonim. 2009. **Kupas Tuntas Combined Brake System (CBS) Dan Parking Brake Lock(Fitur Unggulan Vario CBS Techno)**, <URL:<http://endemania4ever.blogdetik.com/2009/10/08/kupas-tuntas-combined-brake-system-cbs-dan-parking-brake-lock-fitur-unggulan-vario-cbs-techno/>>. (Diakses pada tanggal 20 Maret 2016)
- [7] Anonim. 2014<[URL:http://nexgenbikes.com/site/2014/08/12/frequent-brake-disc-pads-changes-time-to-check-your-disc-plate/](http://nexgenbikes.com/site/2014/08/12/frequent-brake-disc-pads-changes-time-to-check-your-disc-plate/)>. (Diakses pada tanggal 20 Maret 2016)



- [8] Famolah, Bayu Rona. 2011. **Prinsip Rem Cakram**,  
<URL:<http://famolahx.blogspot.com/2011/06/prinsip-rem-cakram.html>>. (Diakses pada tanggal 20 Maret 2016)
- [9] Honda. 2013. **Membahas Kelebihan Rem Cakram dibanding Rem Tromol**. [www.membahas-kelebihanrem-cakram-dibandingkan-rem-tromol.com](http://www.membahas-kelebihanrem-cakram-dibandingkan-rem-tromol.com) . (Diakses pada tanggal 20 Maret 2016)
- [10] Honda. \_\_\_\_.***Mechanical Combi Brake for small scooters***,  
<URL:<http://world.honda.com/motorcycle-technology/brake/p4.html>>. (Diakses pada tanggal 20 Maret 2016)
- [11] Anonim. 2009. **Kupas Tuntas Combined Brake System (CBS) Dan Parking Brake Lock(Fitur Unggulan Vario CBS Techno)**,  
<URL:<http://endemia4ever.blogdetik.com/2009/10/08/kupas-tuntas-combined-brake-system-cbs-dan-parking-brake-lock-fitur-unggulan-vario-cbs-techno/>>.(Diakses pada tanggal 20 Maret 2016)
- [12] Pranata, Jerry. 2013.**Sistem Rem Tromol Sepeda Motor**,  
<URL:<http://jerycazasanovaright.blogspot.co.id/2013/07/sistem-rem-tromol-sepeda-motor.html>> . (Diakses pada tanggal 20 Maret 2016)
- [13] Subagio, Enggar Rofiq. 2014. **Analisa Sistem Pengereman CBS (Combined Brake System) Pada Skuter Matik Vario 125 PGM-Fi**. Surabaya: Tugas Akhir Teknik Mesin ITS.
- [14] Subramanyam, Anirudh L., & Banik, Sandeep. 2014. ***Maximum Brake Force Calculations for Drum Brake***. Mysuru dan Hyberabad : National Institute of Engineering dan Vidya Vikas Institute of Technology
- [15] Sutantra, I Nyoman. 2010. **Teknologi Otomotif Edisi Kedua**. Surabaya: Teknik Mesin ITS.

- [16] Wikipedia. 2015. **Hydrolic Brake**,  
<URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic\\_brake](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_brake),>.  
(Diakses pada tanggal 20 Maret 2016)

## BIODATA PENULIS



Alan Suryaatmaja dilahirkan di Gresik pada tanggal 17 Januari 1992. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Moch.Suryan Amin dan Ida Nurtjahjani. Riwayat pendidikan penulis dimulai di TK Bhakti Lima (1997-1998), SDN Randuagung IV (1998-2004), SMPN 1 Kediri (2004-2007), SMA SEMEN GRESIK (2007-2010), dan dilanjutkan di Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Di Jurusan Teknik Mesin ini penulis mengambil bidang studi desain. Selama kuliah penulis mengikuti kegiatan kepanitiaan dalam acara atau *event* yang diadakan oleh organisasi mahasiswa yang ada di jurusan Teknik Mesin FTI-ITS. Penulis juga sering aktif dalam mengikuti kegiatan non-akademik seperti seminar diluar maupun didalam kampus ITS. Penulis dapat dihubungi melalui email [Suryaatmajaa@gmail.com](mailto:Suryaatmajaa@gmail.com)